உலகைக் காட்டும் பலகணி

யுனெஸ்கோ

கூரியர்

ஜனவரி 1970 ஆண்டுச் சந்தா ரூ. 10·50 தனிப்பிரதி ரூ. 1·00

அதிர்வுகளின் சிற்ப வடிவம்

உலகக் கலைக் கருவூலங்கள்

39

கார்த்தேஜ் பதக்கம்

இவ்வரிய சிறு அணி (உண்மை அளவு வலப்புறம்) பண்டைய கார்த்தேஜ் கலைஞன் செய்த மாலைப் பதக்கமாகும். முகமூடி போன்ற இப்பதக்கத்தின் வெண் முகத்தில் கருநீலக் கண்களும் முடியும் தாடியும் தெளிவாகத் தெரிகின்றன. கி. மு. 750இல் பினீசியர் நிறுவிய கார்த்தேஜ் விரைவில் மேற்கு மத்திய தரைக் கடல் பகுதியில் பெரும் வணிக அரசாக வளர்ந்து, 'பெருவாரியான உற்பத்தி'ப் பொருள்களைப் பிற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்தது. அவை பண்டைய பினீசிய கலை மரபின் தரத்தைக் குறைத்து விடவில்லையென இப்பதக்கத்திலிருந்து காணலாம்.

Bardo Museum, Tunis. Photo © Luc Joubert

கூரியர்

ஜனவரி 1970

யுனெஸ்கோவுடன் கூட்டுறவுக்கான இந்திய தேசியக் குழுவுடன் செய்துகொண்டுள்ள ஏற்பாட்டின்படி தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்டினால் வெளியிடப்படுகிறது.

யுனெஸ்கோவினால் பதின்மூன்று பதிப்புகளாக வெளியிடப்படுகிறது.

ஆங்கிலம்	ஜப்பானிஸ்
ஃபிரெஞ்சு	இத்தாலியன்
ஸ்பானிஷ்	ஹிந்தி
ரஷ்யன்	தமிழ்
ஜெர்மன்	ஹீப்ரு
அராபிக்	பெர்சியன்

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடு

விற்பனை, விநியோக அலுவலகம்:
458, பூந்தமல்லி நெடுஞ்சாலை, சென்னை-10.

ஆண்டுச் சந்தா ரூ. 10.50

யுனெஸ்கோ கூரியர், செப்டம்பர்—அக்டோபர் மாதங்களில் தவிர மாதந்தோறும் வெளியிடப்படுகிறது. செப்டம்பர்—அக்டோபரில் ஒரே இதழாக வெளிவரும் (ஆண்டுக்கு 11 இதழ்கள்) பதிப்புரிமை அல்லாத தனிப்பட்ட படங்களையும், கட்டுரைகளையும் யுனெஸ்கோ கூரியரிலிருந்து எடுத்துப் பிரசுரிக்கப்பட்டது என்ற அறிவிப்புடன் இதழ் தேதியைக் குறிப்பிட்டு வெளியிட்டுக் கொள்ளலாம். அவ்வாறு வெளியிட்ட இதழின் மூன்று பிரதிகள் ஆசிரியருக்கு அனுப்பப்பட வேண்டும். ஆசிரியர் பெயருடன் கூடிய கட்டுரைகளைத் திரும்பப் பிரசுரிக்கும்போது அதில் ஆசிரியர் பெயர் இடம் பெற வேண்டும். பதிப்புரிமை அல்லாத புகைப்படங்கள் வேண்டுவோருக்கு அனுப்பித் தரப்படும். கேட்டுப் பெறாத கட்டுரைகளைப் போதிய தபால் தலை இல்லாமல் திருப்பியனுப்ப இயலாது. ஆசிரியர் பெயருடன் கூடிய கட்டுரைகள் அவரது கருத்தை வெளியிடுவதாகும். யுனெஸ்கோவின் அல்லது யுனெஸ்கோ கூரியர் ஆசிரியர்களின் கருத்தைப் பிரதிபலிக்க வேண்டிய அவசியம் இல்லை.

ஆசிரியர் அலுவலகம்:
யுனெஸ்கோ, பிளேஸ் த ஃபான்டினுய்
பாரிஸ்-7. ஃபிரான்ஸ்.

பிரதம ஆசிரியர்:
ஸாண்டி காஃப்ளர்

உதவிப் பிரதம ஆசிரியர்:
ரெனி காலோஸ்

பிரதம ஆசிரியருக்கு உதவியாளர்:
லூஸியோ அட்டினெல்லி

நிர்வாக ஆசிரியர்கள்

ஆங்கிலப் பதிப்பு: ரொனல்ட் ஃபென்டன் (பாரிஸ்)
ஃபிரெஞ்சுப் பதிப்பு: ஜேன் ஆல்பர்ட் ஹெஸ்ஸே (பாரிஸ்)
ஸ்பானிஷ் பதிப்பு: அர்ட்டுரோ டெஸ்பூயே (பாரிஸ்)
ரஷ்யன் பதிப்பு: விக்டர் கோலியச்காவ் (பாரிஸ்)
ஜெர்மன் பதிப்பு: ஹான்ஸ் ரீபன் (பெர்ன்)
அராபிக் பதிப்பு: அப்தல் மோனிம் எல் ஸாவி (கெய்ரோ)
ஜப்பானிஸ் பதிப்பு: ஷின்-இச்சி ஹஸகாவா (டோக்கியோ)
இத்தாலியப் பதிப்பு: மரியா ரெமிடடி (ரோம்)
ஹிந்திப் பதிப்பு: ஏ. சந்திரஹாஸன் (டில்லி)
ஹீப்ரு: அலெக்ஸாண்டர் பெலி (ஜெருசலம்)
பெர்சியப் பதிப்பு: ஃபெரெதூன் ஆர்தலன் (டெஹ்ரான்)
தமிழ்ப் பதிப்பு: தெ. பொ. மீனாட்சிசுந்தரன் (சென்னை)

தமிழ்ப்பதிப்பு நிர்வாக ஆசிரியருக்குத் துணைவர்கள்:
எஸ். கே. தம்பா, மீ. முகம்மது முஸ்தபா

ஆராய்ச்சி: ஓல்கா ரோடல

அமைப்பு, சித்திரம்: ராபர்ட் ஜாகுமின்

எல்லாக் கடிதங்களும் பிரதம ஆசிரியர் விலாசத்துக்கே எழுதப்பட வேண்டும்.

The UNESCO Courier

January, 1970 No. 30 — 31

No 11 - 1969 MC 69-1-250

14 MAR 1970

பக்கம்

4 அதிர்வு அலையியல்: அதிர்வுகளின் வடிவம்
6 (I) ஒழுங்கியல்பு நிறைந்த உலகம்
10 (II) நீர்ப் படலத்தில் இசையின் தோற்றம்
29 (III) அதிர்வுகள் நிகழும் பலதிறப்பட்ட பொருள்கள்
— ஹான்ஸ் ஜென்னி
13 அதிர்வு நடனக் களியாட்டம்
19 எட்டுப் பக்க வண்ணப் படங்கள்
31 அதிர்வினால் அழிந்த பாலம்
32 க்வாசார்களும் அனைத்துலகங்களின் பிறப்பும்
—ஜியார்ஜி மார்க்ஸ்
35 சிலந்தியின் கூடு—அரியதொரு கட்டட அமைப்பு
—பெர்ட் இ. டக்டேல்
2 உலகக் கலைக் கருவூலங்கள்
கார்த்தேஜ் பதக்கம் (டுனீஸியா)

அட்டைப் படம்

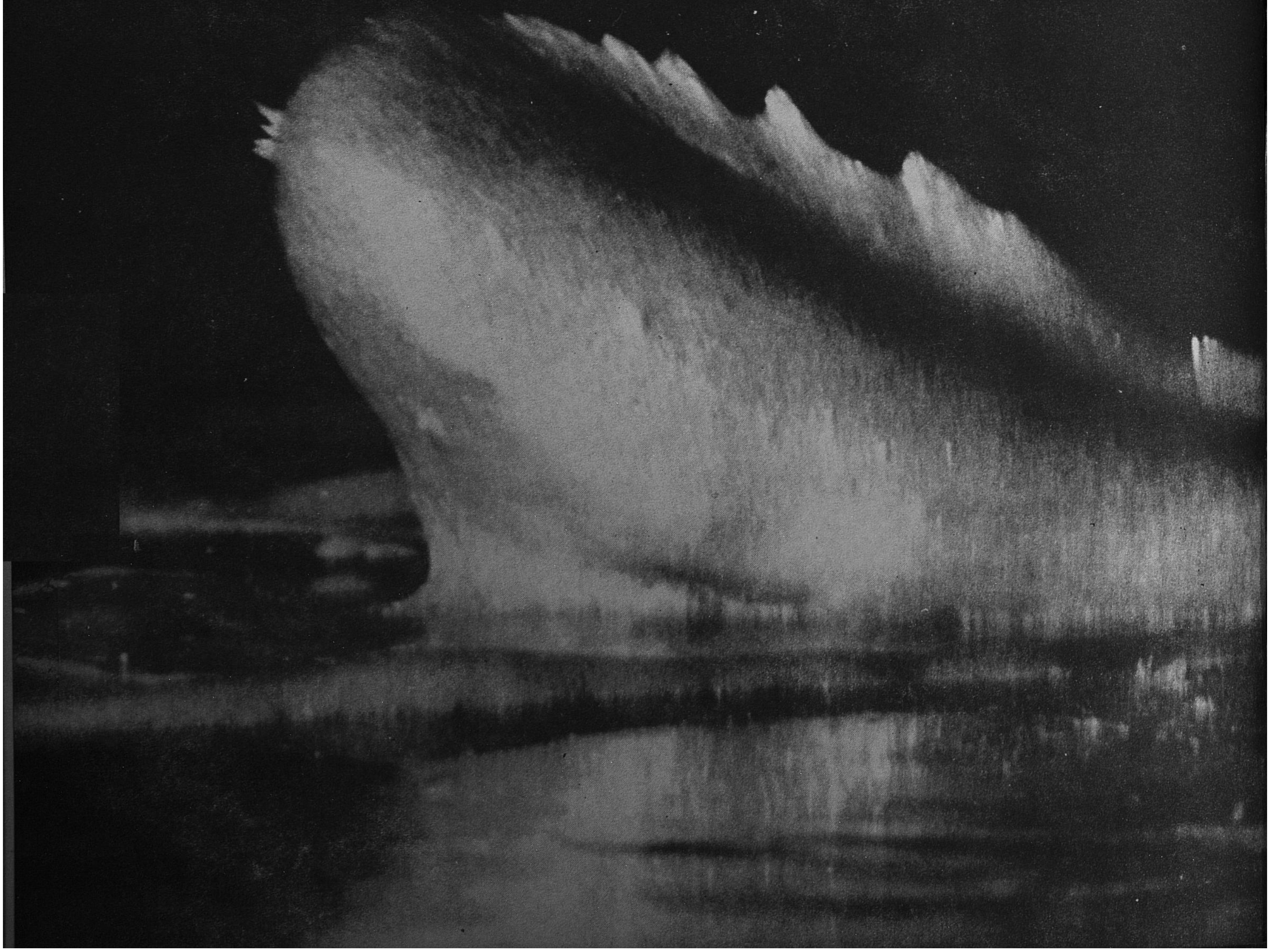
இயற்கையில் நிகழும் ஒழுங்கான அதிர்வுகளின் விளைவுகளை அறியும் இயல் புதிய ஆராய்ச்சித் துறையாகும். இது புதிய உருவங்கள் தோன்றுதல், நீரோட்டங்களும் சுழிகளும் ஏற்படுதல், அமைப்புகள் உருவாதல், துடிக்கும் வடிவங்கள் அமைதல் ஆகிய புதுமைகள் நிகழும் புதிய உலகைக் காட்டுகிறது. ஒட்டும் திரவமொன்றில் அதிர்வுகள் ஏற்படும் போது இப்புதுமையான உருவங்கள் மேல்நோக்கித் துள்ளிக குதிக்கின்றன (13, 14, 15ஆம் பக்கங்களிலுள்ள படங்களைப் பார்க்கவும்).

Photo © J. C. Stuten, Dornach, Switzerland.

அதிர்வுகளின் சிற்ப வடிவம்

இப்படத்தில் காணப்படுவது வாத்தோ மூழ்கப்போகும் அன்னமோ அன்று. இஃது அலையதிர்வு மிகு ஒலியினால் உண்டான புதுமையான தோற்றங்களில் ஒன்று. குழைவான ஒரு பொருளைக் காந்த ஆற்றல் எல்லைக்குள் வைத்து அதிர்வை ஏற்படுத்துவதால் இது தோன்றியது. பொருள்கள் காந்த ஆற்றலின் இயல்புகளுக்கேற்ப உருவங்களைப் பெறுகின்றன.

Photo © J.C. Stuten, Dornach, Switzerland



எல்லா உயிரினங்களிலும் உயிரற்ற பொருள்களிலும் இடையறாத எழில் மிகு அதிர்வு, அலைவு, துடிப்பு திரும்பத் திரும்ப நிகழ்ந்து வருவதைக் காண்கிறோம். இந்த ஒழுங்கான முறைகளை இதயத் துடிப்பிலும், இரத்தச் சுழற்சியிலும், மூச்சை உள்வாங்கி வெளிவிடுவதிலும் மட்டுமல்லாமல், அணுக்களும் இழைமங்களும் இடையறாது உருவாதல், கடல்களின் எழில் அசைவுகள், ஒலி அதிர்வுகளின் அலையசைவுகள், கதிரவன் மண்டலம், விண்மீன் மண்டலம் போன்ற கோள் அமைப்புகள் முதல் நுண்ணிய அணு அமைப்புகள் வரையுள்ள இப்பரந்த இயலுலகு அனைத்திலும் காணலாம். இக்கட்டுரையில் சுவிஸ் விஞ்ஞானியும் கலைஞருமான டாக்டர். ஹான்ஸ் ஜென்னி இவ்வொழுங்கான அதிர்வுகளைப்பற்றித் தாம் நீண்டகாலம் நிகழ்த்திய ஆய்வுகள் சிலவற்றை விளக்கி. தாம் ''அதிர்வு அலையியல்'' (கிரேக்கச் சொல் 'கைமா' விற்கு அலை என்பது பொருள்) எனக்கூறிய இப்புதிய துறை நமக்கு அறிவிக்கும் புதுமையான விளைவுகள் சிலவற்றையும் விவரிக்கிறார். இந்த ஆய்வுகள் இவ்வுலகிலும் அதற்கு வெளியிலும் நிகழும் அதிர்வுகளை விளக்கி நாளடைவில் வான்கோளவியல், உயிரியல் போன்ற வெவ்வேறு ஆய்வுத் துறைகளுக்குப் பயன்படுமென டாக்டர் ஜென்னி நம்புகிறார்.

டாக்டர். ஹான்ஸ் ஜென்னி

Photos © J. Christiaan Stuten
Hans Peter Widmer

அதிர்வு அலையியல்

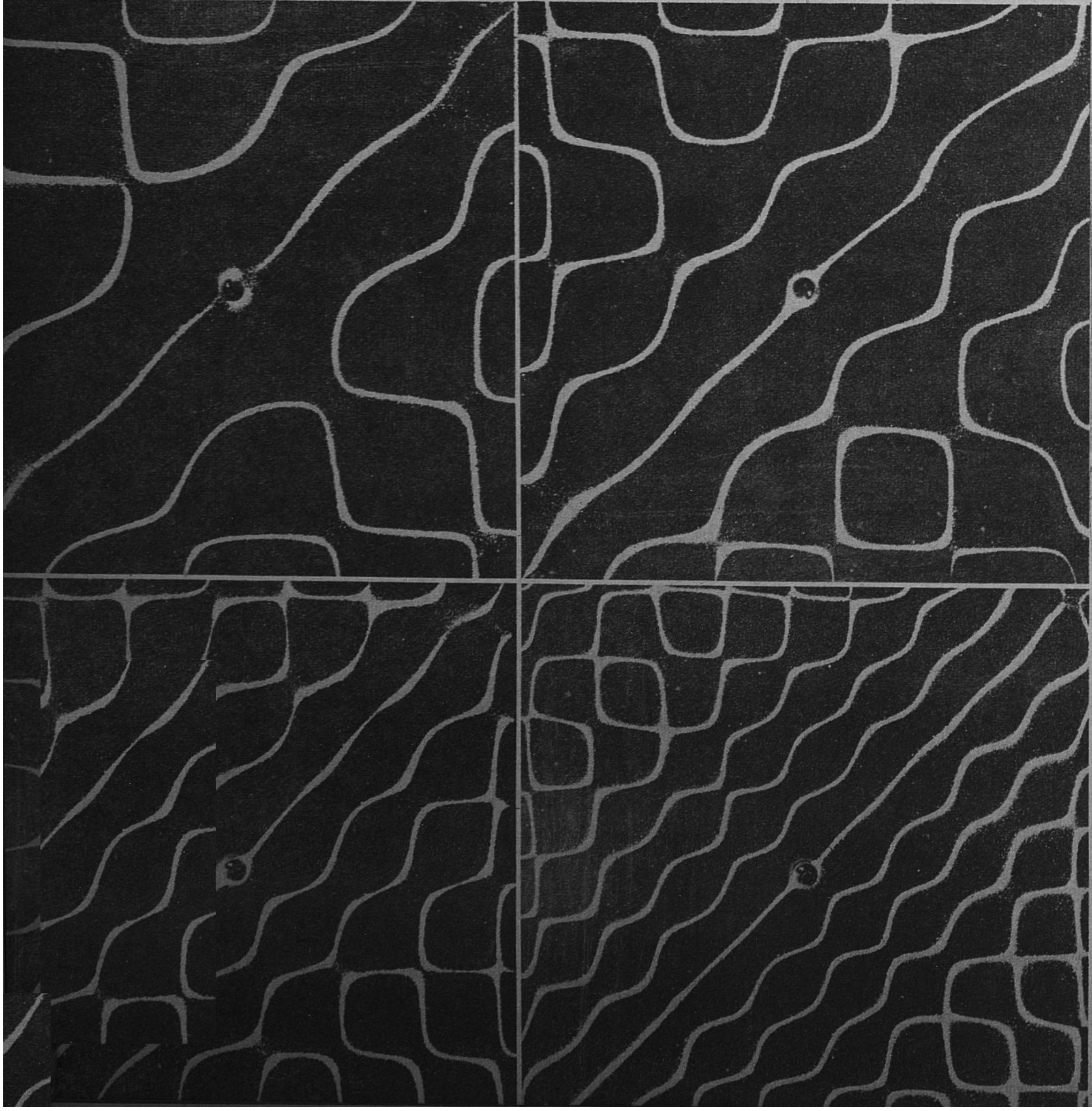
1 - ஒழுங்கு இயல்பு நிறைந்த உலகம்

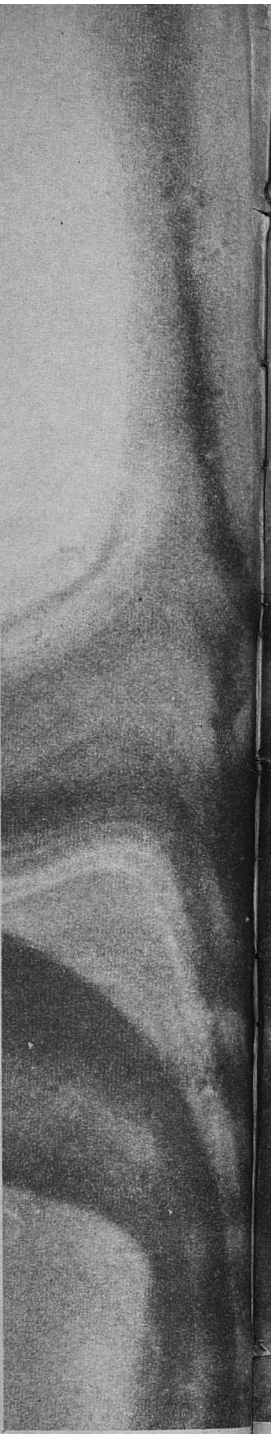
நமது உலகெங்கும் அலைகளும் அதிர்வுகளும் ஊடுருவிப் பாய்ந்துகொண்டேயுள்ளன. ஒலி அலைகள் காற்று வழி வந்து நம் காதுகளில் மோதி நமக்கு ஒலி கேட்கச் செய்கின்றன. நாம் பேசும்போது நாமே குரல்வளையால்

சுவிட்ஜர்லாந்தில் பேஸலில் பிறந்த ஹான்ஸ் ஜென்னி இயற்கை நூல்களும் மருத்துவமும் பயின்றூர். பல ஆண்டுகளாக பேஸலுக்கு அருகில் டார்ஞக்கில் மருத்துவராகப் பணியாற்றினுர். இயல்நூல் அறிஞரும் ஓவியருமான இவர் விலங்கு வடிவு அமைப்பியலில் ஆராய்ச்சி செய்துள்ளார். உடலியலையும், உயிரியலையும் ஆயும்போது, "அதிர்வு அலையியல்" என்று தாம் பெயரிட்ட துறையில் புதிய அதிர்வுகளின் விளைவுகளையும் ஆய்ந்தார். அவரது முதல் நூல் "அதிர்வு அலையியல், அலைகள், அதிர்வுகள் ஆகியவற்றின் அமைப்பும் அசைவும்" என்பதாகும். ஜெர்மானிய ஆங்கில வாசகங்களுள்ள இந்நூலை சுவிட்ஸர்லாந்து, பேஸில் பஸிலியஸ் அச்சகம் வெளியிட்டது. இக்கட்டுரை அவரது அண்மை ஆய்வுகளை விளக்குகிறது;

காற்றிலே அலைகளை உண்டு பண்ணுகிறேம். வானெலியில் கேட்கும்போதும், டெலிவிஷனில் பார்க்கும்போதும் அலைவரிசைகளை நாம் பயன்படுத்துகிறேம். மின் அலைகள் பற்றிப் பேசுகிறேம். ஒளி அலைகள் உண்டென்று நாமெல்லாம் அறிவோம். நிலநடுக்கத்தின்போது, பூமி முழுவதும் அதிர்ந்து, பூகம்ப அலைகள் தோன்றுகின்றன என்று நமக்குத் தெரியும். சீரான பிரமாணத்தில் முழுமையும் துடிக்கின்ற விண்மீன்கள் உண்டென அறிகின்றேம். அணுக்கள் அதிர்ந்த வண்ணமிருப்பதையும் எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

ஆனல், நாம் வாழும் உலகம் மட்டும்தான் அதிர்வு நிலையில் உள்ளதென்று கூற முடியாது. ஏனெனில், நம் உடலே அதிர்வுகள் மயமானது. நமது குருதி உடலுக்குள் அலை அலையாகச் செல்லுகையில் துடிக்கிறது.





Photos © H. P. Widmer, Basel, Switzerland

படிகக் கல்லின் நால்வகை இசை

அதிர்வு ஆய்வுகள் எவ்வாறு ஒலியைக் காட்டுகின்றன என்பதை இடப்புறம் காணலாம். எஃகுத் தட்டில் தூவிய படிக மணல் பளிங்கு ஊசலினல் அதிர்வூட்டப்பெறுகின்றது. நான்கு படங்களிலும் ஏறக்குறைய ஒரே வகை வடிவங்களைக் காண்கிறேம். ஆனல் ஒலியின் தொனி உயர உயர வடிவம் நுட்பமாக மாறுகிறது. வலப்புறமிருந்து இடப்புறமும் மேலிருந்து கீழும் இங்கு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள அலை அதிர்வுகள்: 1690 அலைகள் (விநாடி ஒன்றுக்கு சுற்று வட்டங்கள்), 2500, 4820, 7800. (நடு வண்ணப் படங்களில் ஐந்தாவதையும் பார்க்க).

Photo © J. C. Stuten

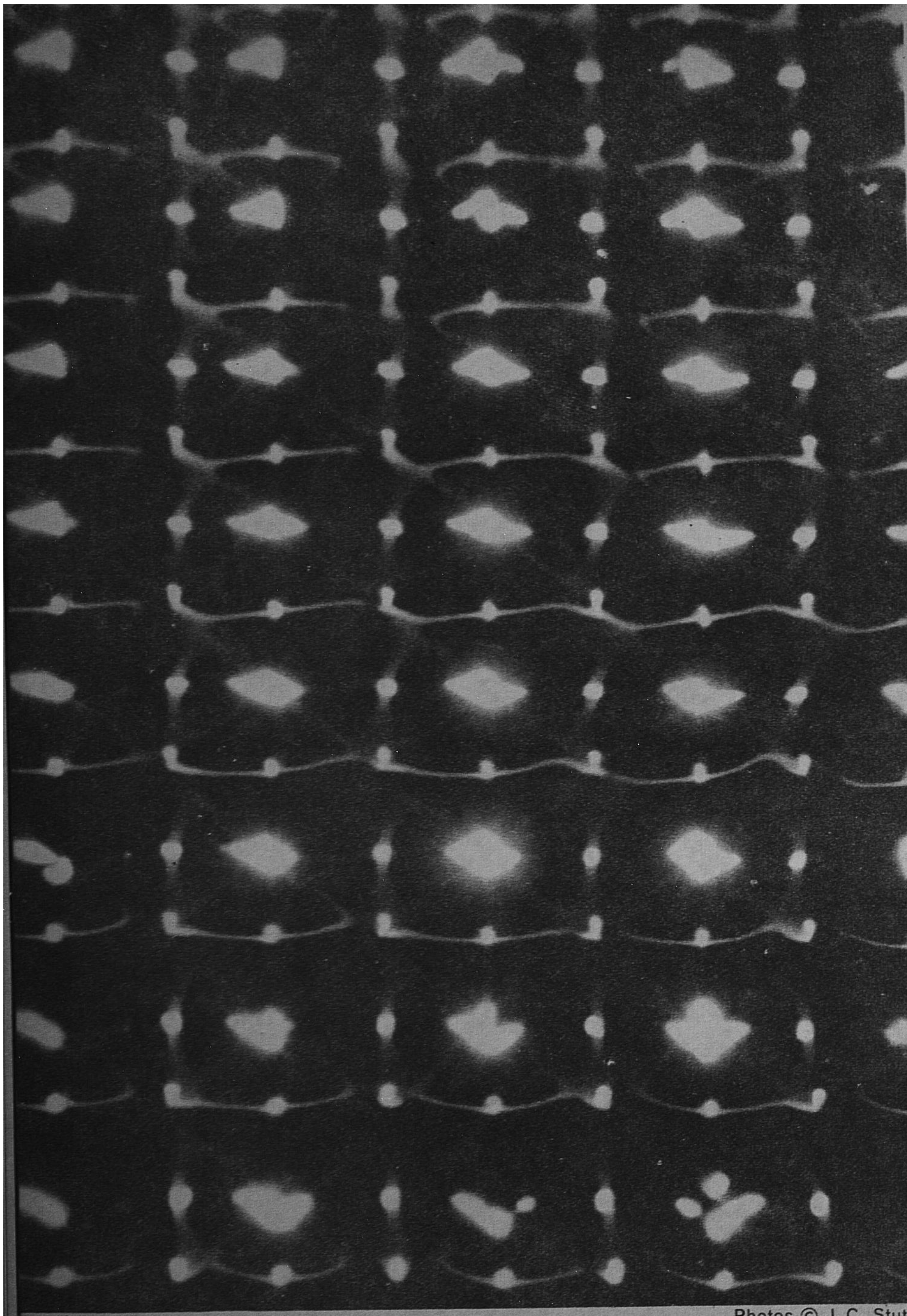
சுழியின் பிறப்பு

இப் படத்தின் எழில் வளைவுகளும் மினுமினுக்கும் அசைவுகளும் சுழி உருவாவதை நுட்பமாகக் காட்டுகின்றன. ஆய்வாளர் வண்ணச் சாயங்களைப் பயன்படுத்தியதால் சுழியின் வளைவுகள் தெளிவாகத் தெரிகின்றன. இச்சாயங்கள் ஒவ்வொரு வாயுவையும் பிரித்துக் காட்டுகின்றன (வண்ணப்படம் 7ஐப் பார்க்க).

இதயத்தின் துடிப்பை நாம் கேட்கிறோம். எல்லாவற்றுக்கும் மேலாக, நம் தசைகளை அசைக்கும்போது அதிர்வு நிலை அமைகின்றது. கால் கைகளிலுள்ள தசைகளை இணைக்கும்போது, தசைகள் உண்மையில் அதிரத் தொடங்குகின்றன. இத்-தசைகள் அதிர்ந்து ஓசை எழுப்புவதைக் கேட்கவும் இயலும். தொலைபேசி கொண்டு அவ்வோசையைக் கேட்டுப் பதிய முடியும். அதிர்வுகள் அடுத்தடுத்து வரிசையாக நிகழும்போது, தசைநார்களில் அநேக ஆற்றல் சார் இரசாயன, உயிர்மின் வினையாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன என்பதை இது காட்டுகிறதேயன்றி வேறில்லை.

ஒரு கேள்வி எழுகின்றது. குறிப்பிட்ட ஒரு பொருளில், குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் அலை அதிர்வுகள் என்ன கணிசமான விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன? இக் கேள்விக்கு விடை அளிப்பதே இக் கட்டுரையில் கூறப்படும் ஆராய்ச்சிக் குறிப்புக்களின் நோக்கம். விளைவுகளைக் கண்ணால் காட்சியாகப் பார்க்க இயலுமாறு பரிசோதனைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. விளைவுகளாக உருவங்கள் தோன்றுவதையும், ஓட்டங்களும் சுழல்களும் உண்டாவதையும், கட்டமைப்புக்கள் உருவெடுப்பதையும், சீரான கதியில் துடிப்பு வகைகள் தோன்றுவதையும், பிறவற்றையும் காட்சியாகக் காணலாம்.

அலை உலகத்துக் காட்சிகளைக் கண்டதும் முதலில் நமக்கு ஏற்படுவது வியப்பு. அறிவியல் ஆய்வாளர், கலைஞர் ஆகிய இருவருக்கும் காட்சி அம்சங்கள் வியப்புணர்ச்சியை வெகுவாகத் தூண்டி விடுகின்றன. இக் காட்சிகளையெல்லாம் ஆராயுங்கால், முற்றுப்பெற்ற உருவங்களை மட்டுமின்றி, அவை உண்டாகும் முறைகளைப் பற்றியும் கவனம் செலுத்துகிறோம். உருவத்துடன் இணைந்தது இயக்கம்; பொருள் அலை—யும் இயக்கத்திற்கொப்ப அலையின் வடிவம் அமையும். எனவே அலைத் தத்



Photos © J. C. Stuten

துவம் முழுவதும் கண் முன்னே வந்து விடுவதாகக் கூறலாம்.

அலை வடிவத்தைப் பார்க்கும் படைப்புக் கலைஞனின் உள்ளத்தில் முக்கியமாய் படைப்பு எண்ணம் தூண்டப் பெறுகிறது. உருவ ஓவியம் எழில்கொண்டு நம்மைக் கவர்வதுதவிர அலை அதிர்வு இயக்கத்தின் உயிர் வடிவமாகவும் இலங்குகிறது. மணற் குவியல் ஒன்றில் அதிர்வுகளைச் செலுத்திச் செய்யும் பரிசோதனையில் இயக்கத்தின் ஓவியத்தைக் காணலாம். மணற் துகள்களை அதிர்வு பற்றி, அதிர்வுப் புலம் அமைந்துள்ள தற்காப்புத் துகள்களை இடம் மாற்றி அமைத்து, இயக்கத்தின் படம் வரைகிறது.

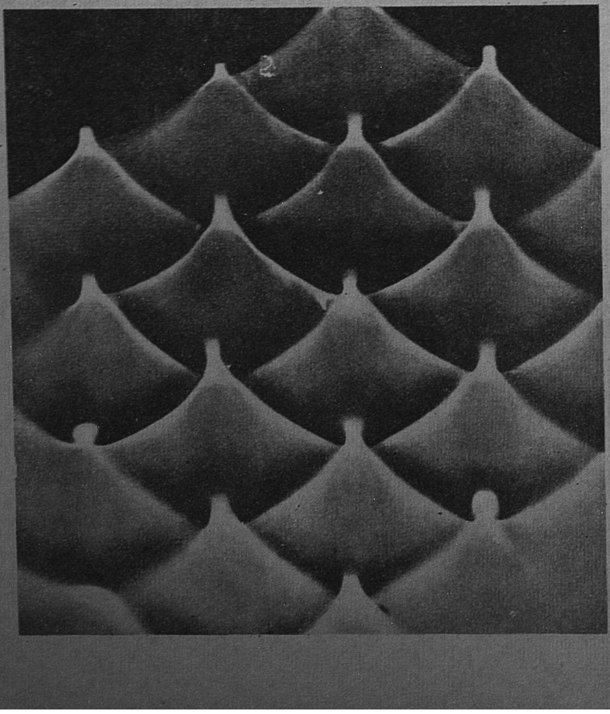
இயக்கவியல், விசை இயல் ஆகியவை இரண்டும், ஓர் உருவம் அமையும் வரை சுதந்திரமாகத் தொழிற்படும் இயற்கையின் ராஜ்யம் ஒன்றிருப்பதை ஓவியர்கள், முக்கியமாய் இயக்கங்களை வரைந்து காட்டுவதில் நாட்டமுள்ள ஓவியர்கள், இங்கு காண்பார்கள். இதிலிருந்து, அலை அதிர்வு வினையாற்றத்தின் மிக முக்கிய குணப்பண்புகளைத் தெளிவாக அறிகிறோம். ஒரு புறம், இயக்கம் நிகழ்வதையும், விசைகள் ஒன்றோடொன்று செயல்படுவதையும் காண்கிறோம்; மறுபுறம், உருவங்கள், வடிவங்கள் ஆகியவற்றின் படைப்பைப் பார்க்கிறோம்.

ஆனாலும் உருவப் படைப்பு ஆனதும் இயக்கம் ஓய்வதில்லை. அதிர்வு வினையாற்றத்தின்போது இயக்கக் கூறுகளும் வடிவுக் கூறுகளும் தொடர்ந்து இருந்து வருகின்றன. எனவே, அலை அதிர்வு வினையாற்றத்தின் மூன்று அங்கங்களும் நம்முன் எப்போதும் காட்சியளிக்கின்றன. அதாவது அலையோ அதிர்வோ (1) இயக்க இயலிலும் (2) விசை இயலிலும் (3) உருவ அமைப்பிலும் வெளியாகும். ஆதலால், அதிர்விற்கு முவ்வகை (அல்லது மும்முக) அடிப்படைத் தோற்றம் உண்டென்று கூறுவது மிகையாகாது.

மணலில் அத்தகைய பரிசோதனைகள் செய்வது எவ்வாறு என்று பார்ப்போம். சலாட்னி (1756—1827) என்ற ஜெர்மானிய விஞ்ஞானி திடப் பொருள்கள் எவ்வாறு அதிர்கின்றன என்பதை முதன் முதலில் காண்பித்தார். அவர் மணலில் ஒலி உருவங்களை உண்டாக்கிக் காட்டினார். அவர் ஓர் உலோகத் தகட்டின் மீது மணலைப் பரப்பினார். பின்பு வயலின் இசைக் கருவியை வாசித்து, ஒலி அலைகளால் மணலில் அதிர்வு ஏற்படுமாறு செய்தார். ஒலியின் தன்மைக்குத் தக்கவாறு மணலில் திட்டமான கோடு அமைப்புகள் உண்டாவதைக் கண்டார். வளையங்கள் (அல்லது எதிர்க்கணுக்கள்) என்று பெயர் சொல்லப்பெறும் பகுதிகளிலிருந்து மணலை (கணுக் கோடுகள் எனப்படும்) சில நீள் உருவ மண்டலங்களுக்கு அதிர்வு எடுத்துச் செல்வதைக் காட்டினார். இருந்தபோதிலும் அவருடைய பரிசோதனை முறையில் நம் விருப்பம்போல் நிலைமைகளைத் தேர்ந்தெடுக்க இயலாது. விளைவுகள் முழுவதையும் ஒருசேரக் காண முடியாது. புதிய முறைகளைத் தக்கவாறு பயன்படுத்தும் வரை அது முடியவில்லை.

ஒலியினால் நெய்தல்

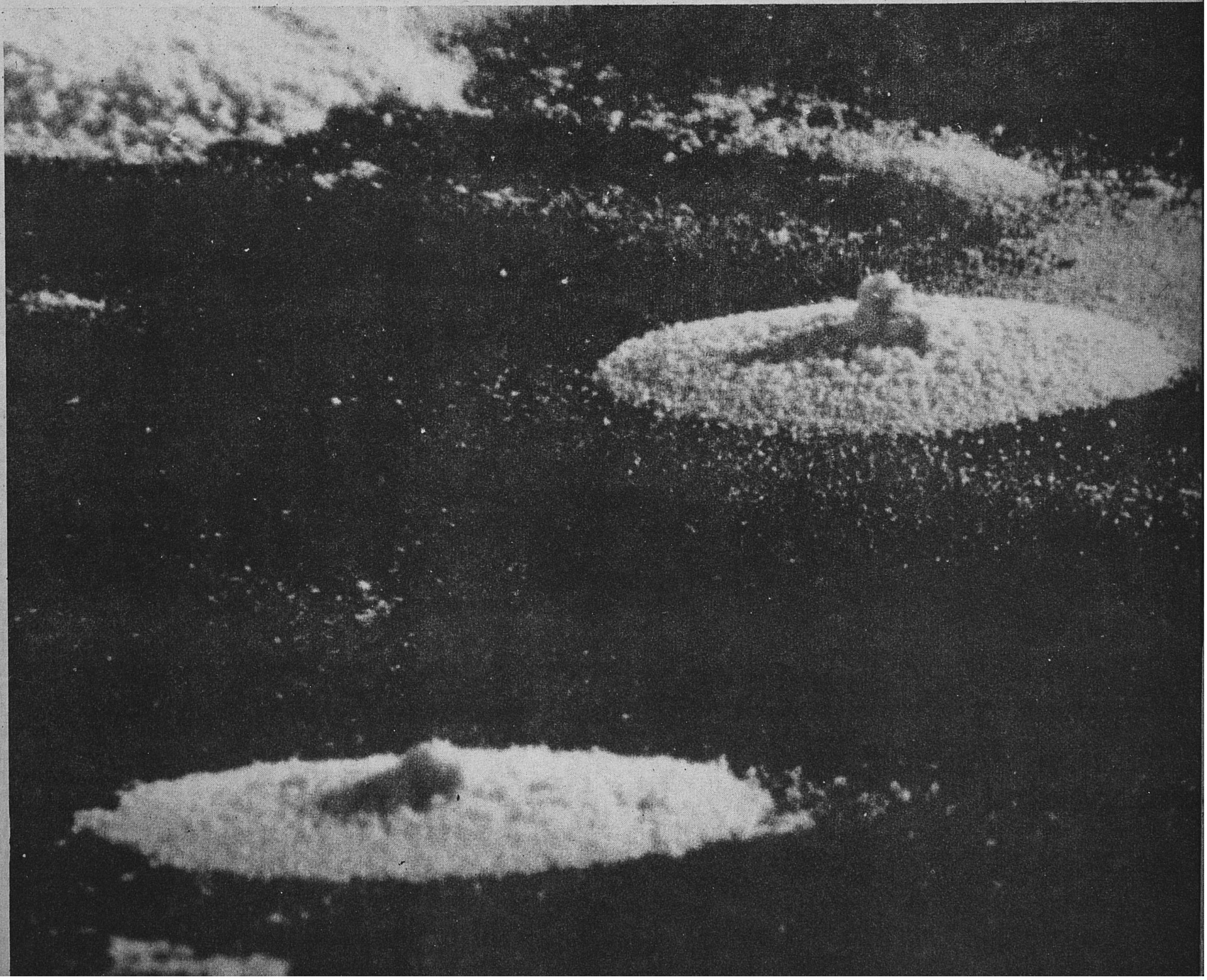
திரவங்கள் அதிரும்போது புதுமையான வடிவங்கள் தோன்றுகின்றன. மேலே, இயற்கையில் இருப்பது போன்ற நுண்ணுறைத் தோற்றம் வலப்புறம், செதின்போன்ற அமைப்புகள் (இவற்றைக் கவிந்த அடுக்குகள் என்பர்). பொருள்களும் அலையதிர்வுகளும் மாறும்போதும் வடிவங்களும் மாறி, தேன் கூடு, பின்னல் வேலைப்பாடு, பலகணி போன்ற தோற்றங்களில் அறுகோண, நீண்ட சதுர, கவிந்த வடிவங்களாக எழில்படத் தோன்றுகின்றன சில வேளை இழையமைப்பே மாறி வியத்தகு வடிவங்கள் தோன்றுகின்றன.



சுழலும் மணல்

வலப்புறமும் மேலேயும் உள்ள படங்கள் அதிர்வினால் விளையும் சுழற்சிகளைக் காட்டுகின்றன. இங்கு படிகத்தூள் தூவிய எஃகுத் தட்டைக் காணலாம். வலப்புறம் தூள் குவியல்கள் அதிர்வினால் சுழல்கின்றன. தூள்கள் பல திசைகளிலிருந்து நீண்ட கோடுகளாக ஆறுபோல் பாய்ந்து நடுக் குவியலை நோக்கி வருகின்றன. இவ் வடிவங்கள் விண்மீன் படலத்திலும் விண்மீன் மண்டலத்திலும் காணப்படும் சுழலும் திரள்களை நினைவூட்டுகின்றன. கீழே இத் தூள் ஒட்டங்களினால் உருவான தட்டுப்போன்ற தூள் குவியல். ஒவ்வொரு தட்டும் இடையறாது சுழல்கின்றது. அதன் நடுவில் மையக்கரு போன்ற குமிழ் உள்ளது.

Photos © J. C. Stuten



2 - நீர்ப்படலத்தில் இசையின் தோற்றம்

புதிய முறைகளில் ஒன்றை எடுத்துக் காட்டாக விவரிப்போம். அலைவு கொள்ளும் படிகங்கள் இதில் பயன் படுத்தப்பட்டன. படிகங்களுக்கு மின் கணத்தாக்குகள் கொடுத்தபோது, அவற்றின் கிராதி போன்ற கட்டமைப்பு சிதைந்தது. வரிசையாக அடுத்தடுத்து மின் கணத்தாக்குகள் கொடுத்தபோது, படிகங்கள் அலைவுற்று ஆடத் தொடங்கின. படிகத்து அதிர்வுகள் உண்மையில் ஒலியாகக் கேட்கின்றன. இந்த அதிர்வுகளைத் தட்டுக்கள், தகடுகள், கம்பிகள், கோல்கள் போன்ற வேறு பொருள்களுக்கு ஏற்றி விடலாம். (6ஆம் பக்கம் உள்ள புகைப் படங்களையும் 5-வது வண்ணப் புகைப் படத்தையும் பார்க்க.)

இப் படிகப் பரிசோதனையில் விரும்பியவாறு நிலைமைகளைத் திட்டமாக அமைக்கலாம், வினாடி ஒன்றில் விளையும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை (அதிர்வெண்), அதிர்வு இயக்கத்தின் வீச்சளவு (வீச்சு), அலைவுகளை எழப் பண்ணும் இடம் ஆகியவற்றைத் துல்லியமாகத் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஒரே சமயத்தில் பல ஒலி நாதங்களை வைத்துச் சோதனை செய்ய இயலும். பரிசோதனையின் குறிக்கோள் விருப்பம் போல் விரித்துச் செல்லலாம். எல்லாவற்றுக்கும் மேலாக, பரிசோதனையை அதேபோல மீண்டும் திரும்பச் செய்து பார்க்கவும் முடியும்.

இத்தகைய பரிசோதனை முறைகளின் உதவியால், அதிர்வு விளைவுகளின் தத்துவம் முழுவதையும் ஆராய்ச்சி வெளிக் கொணர இயலும். இவ் வகை ஆராய்ச்சிக்கு 'அதிர்வு அலையியல்' (சைமேட்டிக்ஸ்) என்று பெயர். 'கிமா என்னும் கிரேக்க மொழிச் சொல்லுக்கு 'அலை' என்று பொருள். 'கிமேட்டிகா' என்றால் 'அலை சம்பந்தப்பட்டவை' என்று பொருள்.

தொடர்ந்து வரிசையாக நாதங்களை எழுப்பி ஓர் ஒழுங்கில் அதிர்வுகள் உண்டாக்கி, அவற்றை எந்தப் பொருளுக்கும் நம் விருப்பம்போல் ஏற்றி அப் பொருளையும் அதிர்வு கொள்ளச் செய்ய முடியும். இதிலிருந்து, அதிர்வுகள் விளைவிப்பது ஒலி உருவங்கள் மட்டுமில்லை என்பது விளங்கும்.
6ஆம் பக்கப் புகைப் படங்கள் பார்க்க)

Photo © H. P. Widmer

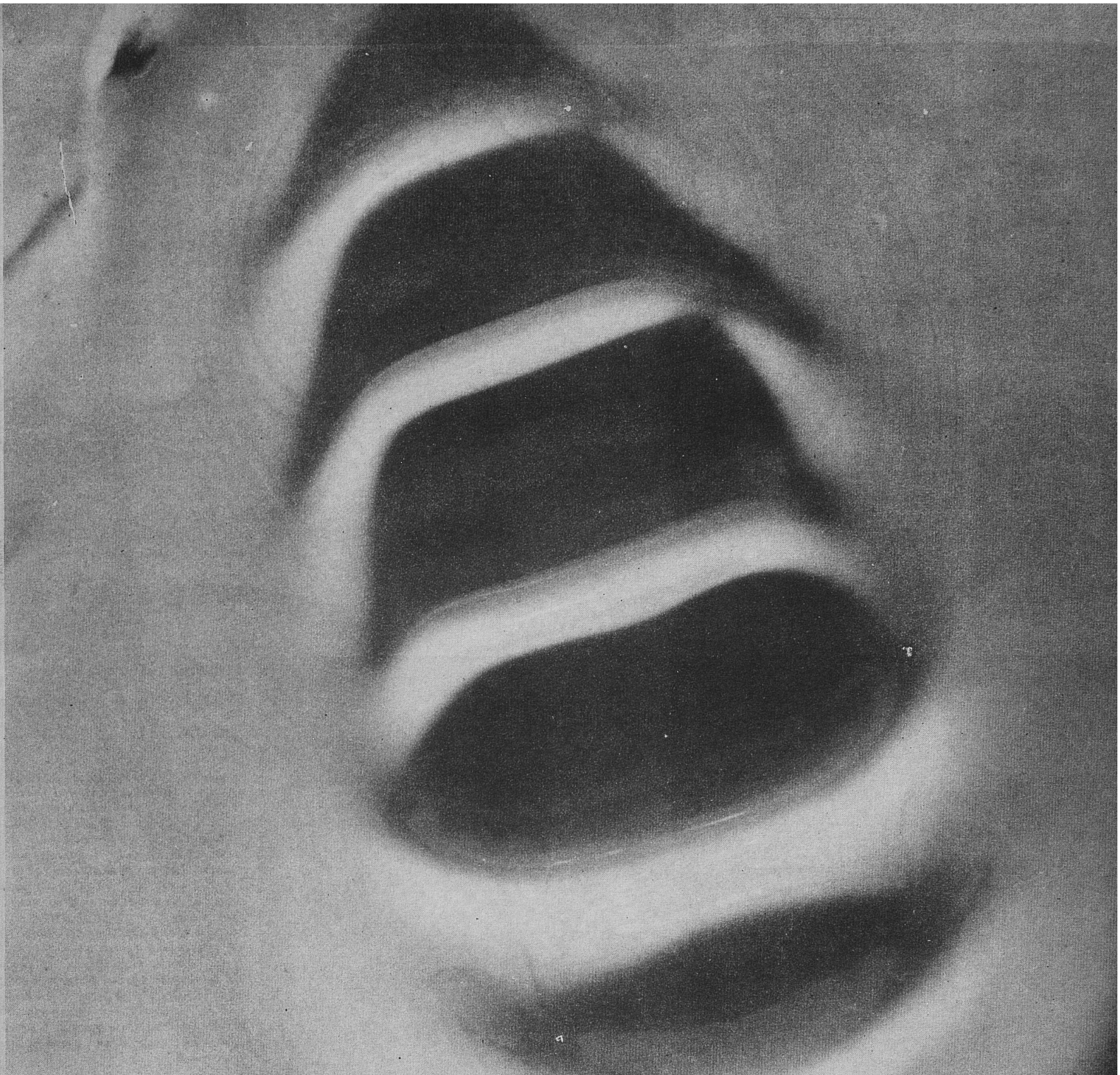


Photo © J. C. Stuten

மோஸார்ட்டின் 'டொன் கியோவானி'

மோஸார்ட்டின் 'டொன் கியோவானி' எனும் இசை நாடகத்தின் தொடக்க நிகழ்ச்சியின் 27-வது வரைக்குறியின் இசையொலி வடிவம் (இடப்புறம்). திரவப் படலத்தில் ஒலியின் அதிர்வை ஏற்படுத்துவதால் ஒலியானது வடிவம் பெறுகின்றது. சந்தமும் தொனியுமட்டுமல்லாமல் அலையதிர்வுக்கேற்ற வடிவங்களும் தோன்றுகின்றன. இசையொலியினால் ஏற்படும் வடிவங்கள் மிகச் சிக்கலானது. அடுத்த பக்கத்திலுள்ள பாக் படத்தையும் பார்க்க.

அலை முகடுகள்

மேலே, பழங்கால புராண முகமூடியின் பிளந்த வாய் போன்ற இத்துளைகள் உண்மையில் ஓர் ஒட்டும் திரவம் ஒலியினால் அதிரும்போது உருவாகும் அலை முகடுகளாகும் (மேலேயிருந்து எடுக்கப்பட்ட நிழற்படம்). அதிரும் சவ்வின்மேல் ஊற்றப்படும்போது திரவம் அதிர்ந்து அதில் அலைகள் தோன்றுகின்றன. அதிர்வு அலையின் வீச்சிலும் திரவத்தின் ஒட்டும் தன்மையிலும் புதுமையான விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. (13, 14, 15ஆம் பக்கப் படங்களைப் பார்க்க).

துகள்கள் நிலையான உருவங்களாக நின்றுவிடாமல் ஓட்டங்கள் உண்டாக்கும் தன்மையைக் காண்கிறோம். ஒரு சட்டத்திற்குக் கீழ்ப்படிந்து செல்வது போன்று ஒன்றுக் கொன்று பக்கம் பக்கமாய் அமைந்து இந்த ஓட்டங்கள் எதிர் எதிர்த் திசைகளில் செல்கின்றன. அதிர்வுத் தொகுதி முழுவதும் ஓட்டத்தில் ஈடுபடுகிறது.

தொடர்ந்து செல்லும் இந்த அலைகள் சுழற்சி இயக்கம் விளையுமாறு தூண்டி விடுகின்றன. இந்த அலைகள் மணல் வழி சென்றால், ஒரு புள்ளியைச் சுற்றிக்கொண்டு மணல் நகரத் தொடங்கும். அதன் பின் சுழற்றும் வேலை தொடர்ந்து நடைபெறும். சுழற்சியின்போது மணற்பொருள் வெளியே எறியப் படுவதில்லை. வண்ணச் சாயம் கலந்த மணலைப் பயன்படுத்தினால், சுழற்சி இயக்கம் தொடர்ச்சியாக நிகழ்வதென்பதும், முற்றிலும் அதிர்வுகளால் விளைவதென்பதும் விளக்கமாகத் தெரியும். (பக்கம் 9. புகைப் படம் பார்க்க.)

அலை இயல் காட்சிகளை எல்லாம் புகைப்படம் பிடித்திருப்பதுடன், பெரும்பாலும் இயக்கம் அமைவதால் சினிமாப் படமும் எடுத்திருக்கிறது என்பது சுவையான செய்தியாகும். இருவகைப் படங்களும் சேர்ந்து காட்சிப் பதிவைப் பூர்த்தியாக்குகின்றன.

மணல், மாவு போன்ற திடப் பொருள்களில் அதிர்வுகளை ஏற்றுவது போலத் திரவங்களிலும் ஏற்றலாம். அப்போதும் அலை இயலின் வண்ண வடிவங்களைக் காண்கிறோம். பல்வேறு விதமான எத்தனையோ வடிவமைப்புக்கள் தோன்றுகின்றன. மெல்லிய கிராதி உருவங்கள் உண்டாகின்றன. பின்னர், அறுகோண வடிவங்களும், செதில் போன்ற ஓட்டடுக்கு அமைப்புகளும், சிறந்த வளைவுகள் கொண்ட உருவங்களும் தோற்றுகின்றன. (படங்கள் பக்கம் 8, 28) அதிர்வை விளைவிக்கும் ஒலியை நிறுத்திவிட்டால், எல்லாம் இயற்கையாக மறைந்து விடுகின்றன.

அதிர்வு பெற்ற திரவங்களில் ஓட்டங்களும் அமைவதுண்டு. அவற்றின் விளைவாக, இருபுறமும் சமமாய் அமைந்த திரவச் சுழல்கள் இரட்டை இரட்டையாக எதிர் எதிர்த் திசைகளில் சுற்றுவது காணலாம். ஜார்ஜ் வான் பேகேசி என்ற விஞ்ஞானி கண்டு கூறிய மனிதரின் உட்செவித் திரவத்தில் நிகழும் சுழல்கள் போன்றவை இவை. (பக்கம் 7, படமும்) 7-வது வண்ணப்படமும் பார்க்க) இச் சுழல்களைத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்கு சலவைக் குறிச் சாயத் துளிகள் சிலவற்றை திரவத்தில் விடவேண்டும். சுழல்கள் தொடர்ந்து சுற்றுகின்றன. அதிர்வுகளை உண்டாக்கும் ஒலி உரத்து அதிகரிக்க சுழற்சியின் வேகமும் மிகுந்து வரும்.

கொந்தளிப்புகள் அல்லது மாறி மாறி நிகழும் அலைகளைப் பற்றித் தனியாகச் சொல்லவேண்டும் (பக்கம் 16இல் கீழேயுள்ள படம்) அலைப் புலத்தின் ஓரப் பகுதிகளிலோ, இரண்டு அலைத் தொடர்கள் ஒன்றையொட்டி ஒன்றாக அமைந்தாலோ, மாறி மாறிக் கொண்டு கலக்கமுற்ற அலைகள் தோன்றுகின்றன. அதிர்வுகள் திரவத்தில் 'கொந்தளிப்பை' உண்டுபண்ணுகின்றன. இக் கொந்தளிப்புகளின் ஒரு குணம், ஒலியின் செயலுக்கியைய திரவத்தைக் குதியாட்டம் போட வைப்பதாகும். திரவம், வாயு அல்

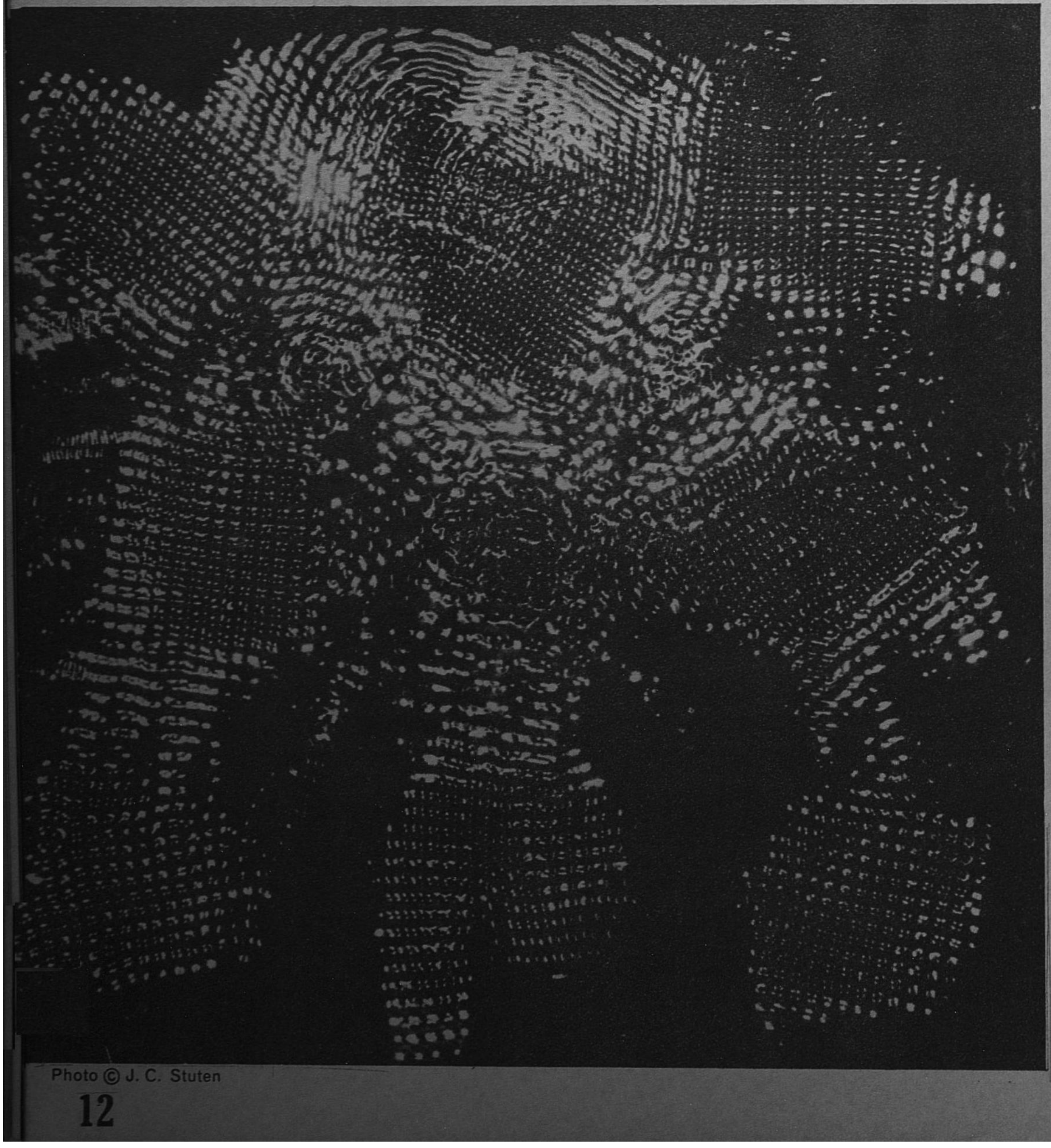


Photo © J. C. Stuten

பக்கின் இசைமுடுகு முறை

கீழுள்ள நுண்படத்தில் காணப்படும் இசைக் குறியீடுகள் ஜோஹான் ஸெபாஸ்டியன் பாக்கின் புகழ்மிகு இசை முடுகு முறையின் 28-வது வரைக்குறியின் ஒலியாகும். இடப்புறப் படம் அதே இசையொலியின் அதிர்வைக் காட்டுகிறது. அதிர்வு வடிவங்கள் இசையை நுட்பமாகக் காட்டுகின்றன. ஆனால் இவற்றை பேசாத திரைப் படத்தில் பார்த்தால் நமக்கு ஒன்றும் விளங்குவதில்லை. ஏனெனில் காதின் துணையின்றி கண் இசையைப் "பார்ப்பது" இல்லை. அதே நேரத்தில் இசையைக் காதினால் கேட்போமானால் செவியில் கேட்பது கண்ணுக்குப் புலனாகும்.

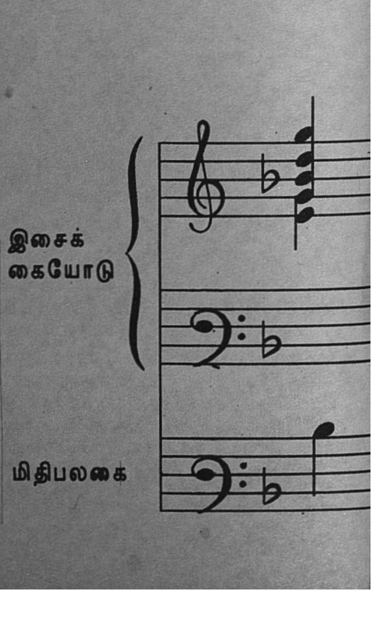


Photo © H. P. Widmer

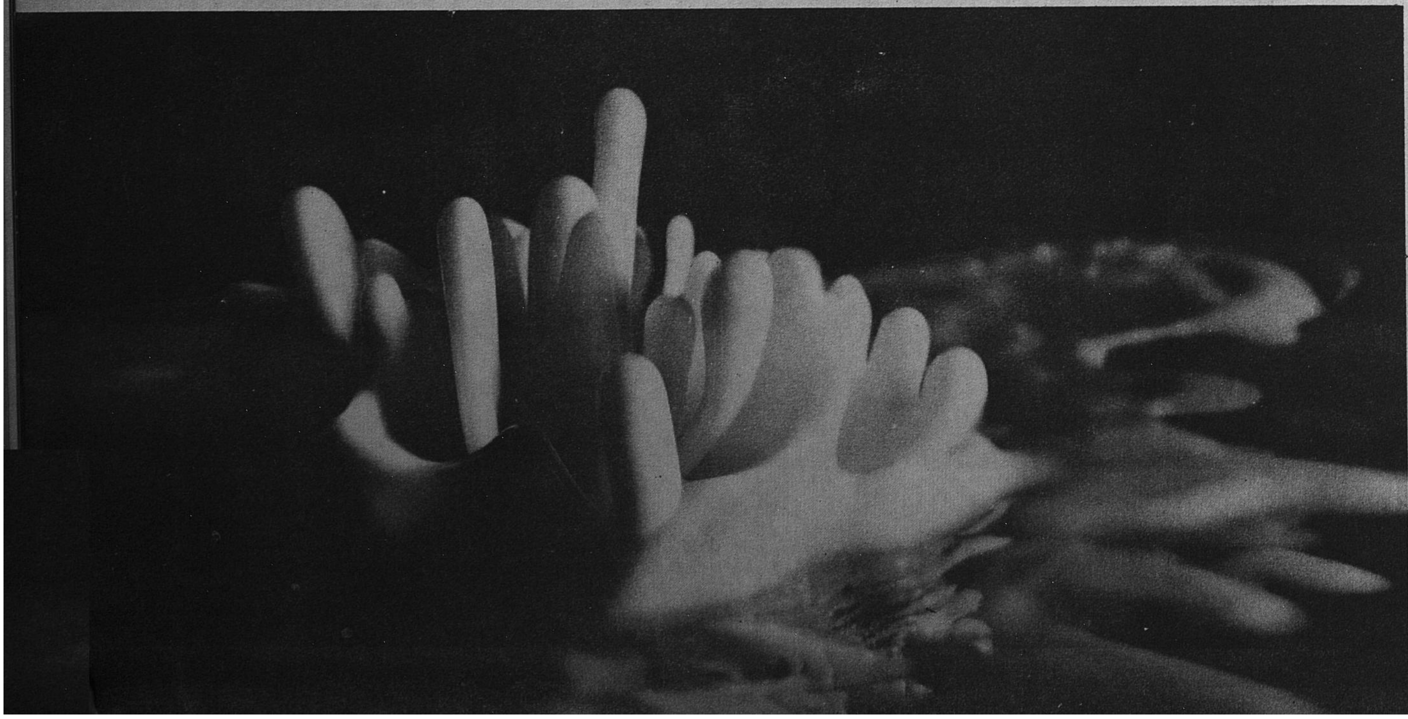
அதிர்வு நடனக் களியாட்டம்

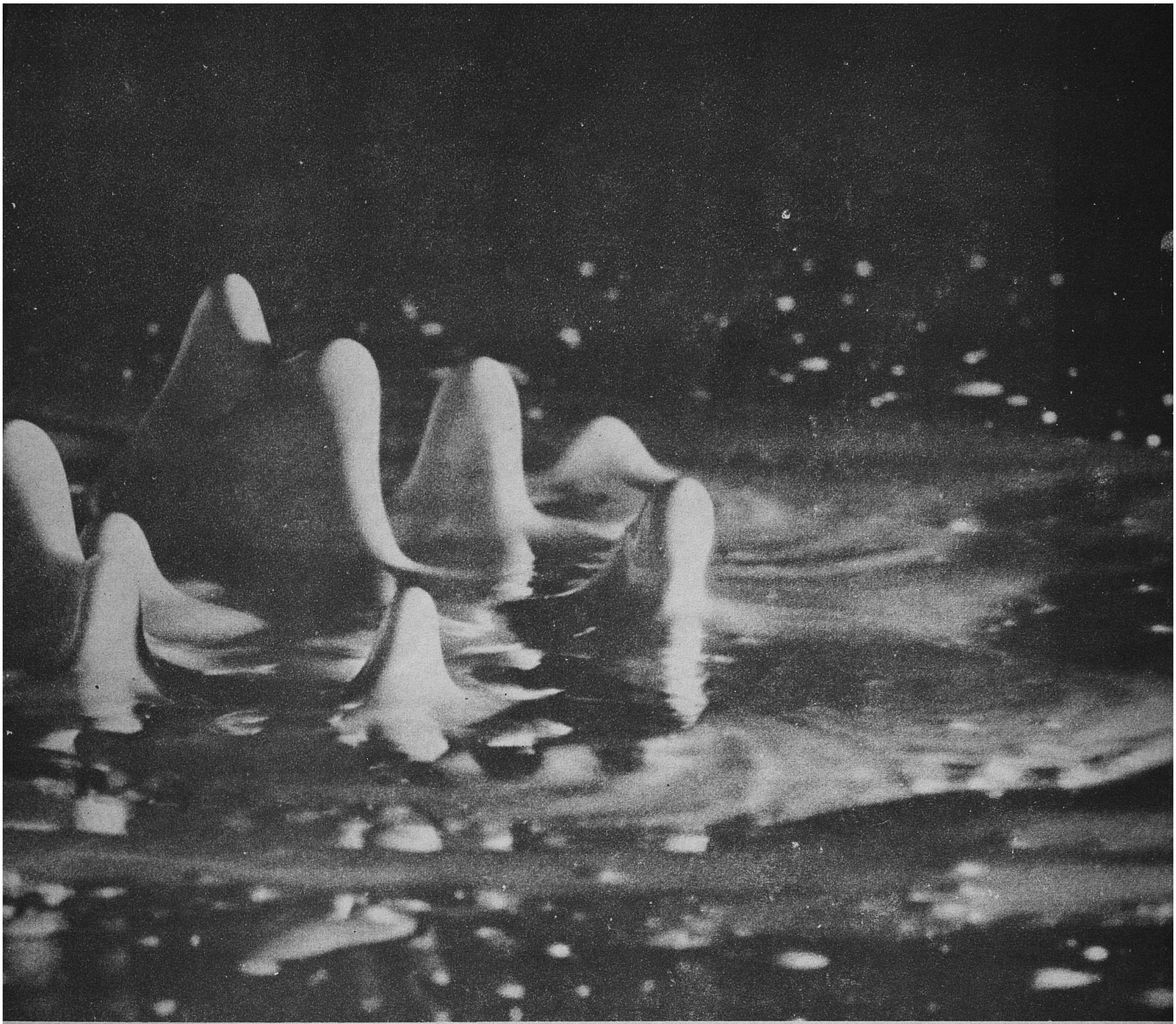
களி நடனக் கூத்தாடிகள் போல் குதித்துச் சுழலும் இவ்வடிவங்கள், அதிர்வினால் சிலவேளை ஏற்படும் பற்பல வியத்தகு விளைவுகளைக் காட்டும் ஆய்வுகளின்போது தோன்றிய சில இயங்கும் "சிற்பங்க"ளாகும். இந்த ஆய்வுகளில் ஒட்டும் திரவம் அதிரும் சவ்வின் மேல் ஊற்றப்படும் போது பல வளைவான அலைகள் தோன்றுகின்றன. அலையதிர்வையும் திரவத்தின் ஒட்டும் தன்மையையும் மாற்றினால் பல புதிய வடிவங்கள் தோன்றுகின்றன. அவற்றுள் சில அடுத்த பக்கத்தில் காணப்படுகின்றன.

ஒலியும் சீற்றமும்

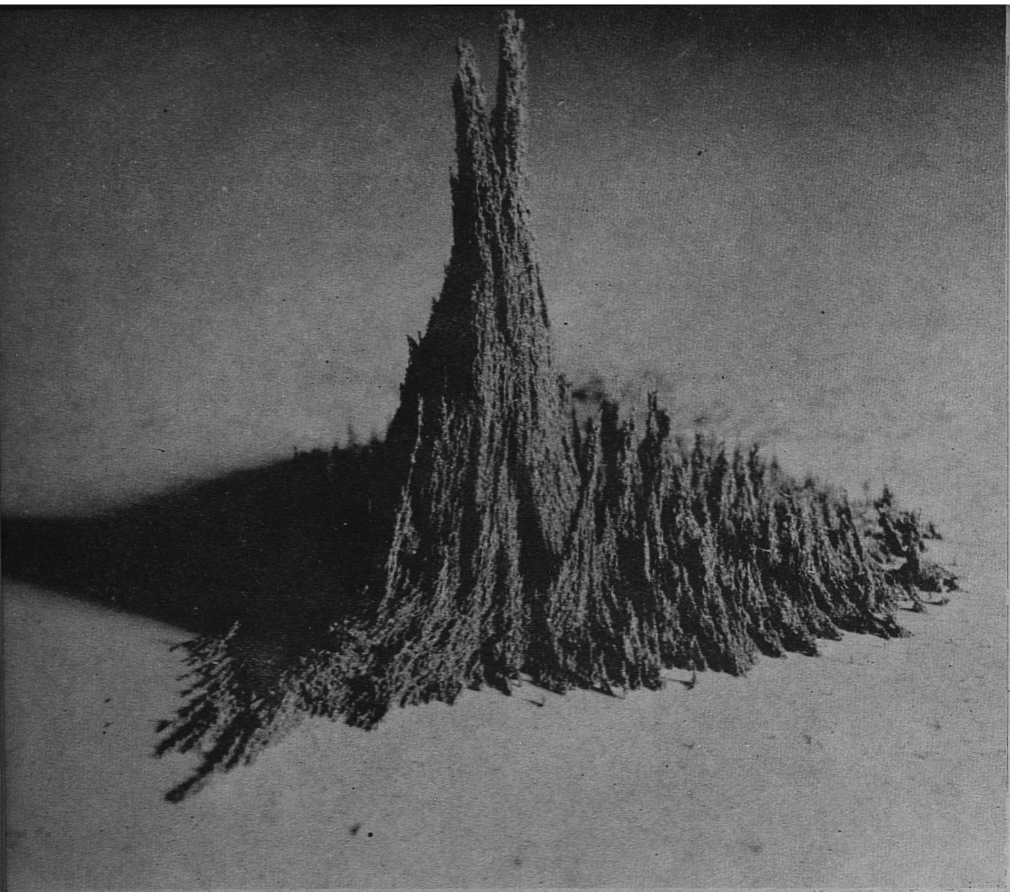
புயலில் கொந்தளிக்கும் கடலலைகளோ எரிமலை உமிழும் உருகிய பாறைக் குழம்போ எனத் தோன்றும் இப் படங்கள் ஒலி அலைகளினால் அதிரும் திரவத்தில் ஆய்வுக் கூடத்தில் எழும் புயலைக் காட்டுகின்றன. ஊசலாடும் தகட்டினால் ஏற்படும் அதிர்வை அதிகப்படுத்தினால் பனிப் பாறை போன்ற அலைகள் எழுகின்றன (வலப்புறம்). திரவத்தின் நீர்மையை அதிகமாக்கி அதிர்வையும் மிகுதிப்படுத்தினால், அலைகள், தகடுகள், தூண்கள், சிகரங்கள் போல் உயர்ந்து எழுகின்றன (கீழே இடப்புறம்). இறுதியாக அதிர்வுகள், அசைவுகள், கொந்தளிப்புகள் ஏற்படும் திரவம் நுண்ணிய துளிகளை விரைவாற்றலுடன் வீசி எறிகின்றது. பறக்கும் நுரை திரை போல் அமைந்துள்ளது (கீழே வலப்புறம்). திரவம் நுண் துளிகளாகச் சிதறும் வரை இந்த ஆய்வை நடத்தலாம்.

Photo © J. C. Stuten



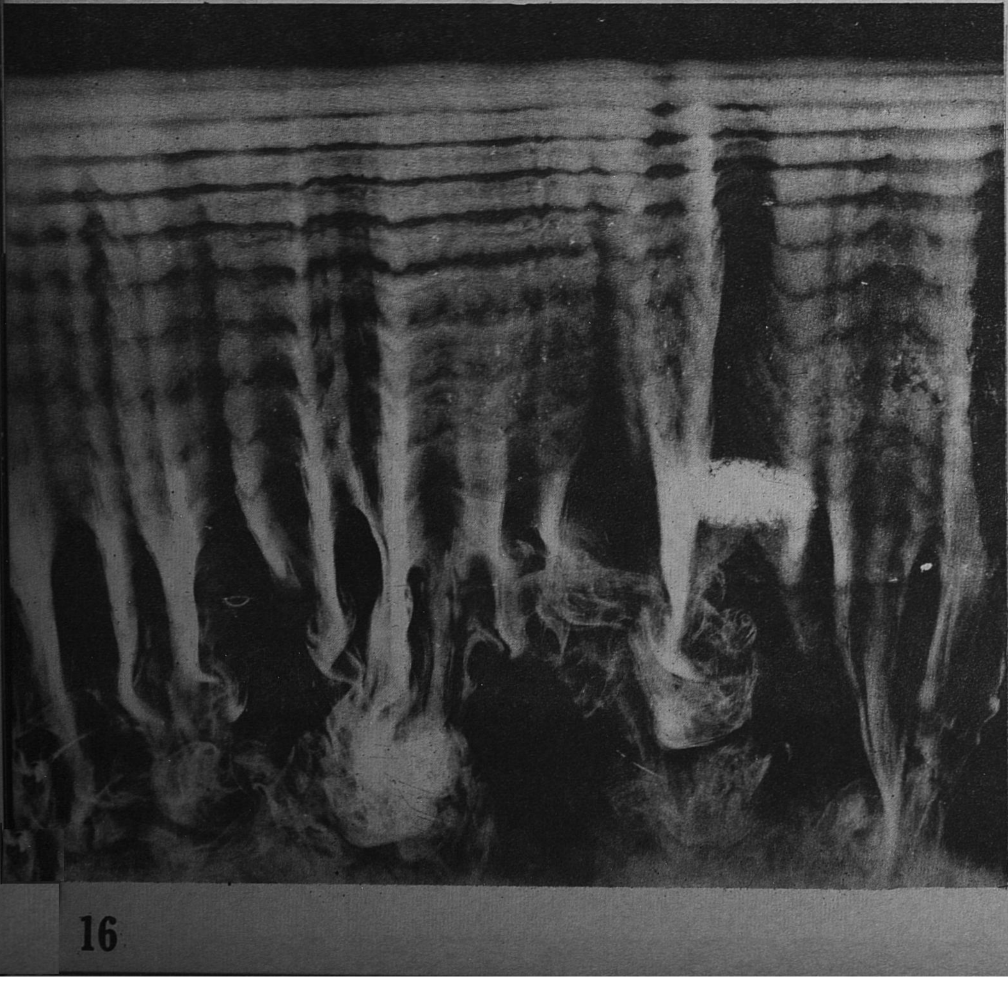


Photos © H. P. Widmer



உயர்தொனியில் இரும்புத் தூளும் புகையும்

காந்த ஆற்றலினால் அதிர்வுறும் இரும்புத்தூள்கள் கரடு முரடான சிகரம்போல் தோன்றுகின்றன. ஊசலாடுதல் துகள்களிடையே செறிவைக் குறைத்து அவற்றின் இயக்கத்தை விரைவுபடுத்துகின்றன. காந்த ஆற்றல் எல்லைக்குள் தூவப்பட்டிருக்கும் இரும்புத் தூள்களில் அதிர்வை ஏற்படுத்தினால் அவை இயங்கும் உருவங்களாகி, அதிர்வு எல்லைக்குள் ஆடுவது போல் தோன்றும். இங்கு நிழற்படக் கருவி இரும்புத்தூளின் நடனத்தை அப்படியே நிறுத்தி வைத்துக் காட்டுகிறது. கீழே, கீழ்நோக்கிச் செல்லும் புகை மிகுந்த அலையதிர்வுடைய ஒலியினால் அதிர்வடைந்து நெய்யப்பட்ட துணிபோல் தோன்றுகிறது. ஒலியினால் அதிரும் புகை கொந்தளித்து, ஒலியலைக்கேற்ப வடிவங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றது.



Photos © H.P. Widmer

லது நெருப்புச் சுடர் போன்ற ஊடகத்தில் இவ்வாறு நிகழும்.

வாயு ஒன்று எரிந்து உண்டாகும் சுடரைக் கொந்தளிப்பு அடையச் செய்தால்தான், அது ஒலி வீச்சை வாங்கிக் கொள்ள இயலுகிறது. அதாவது, கொந்தளிப்பு ஏற்பட்ட பின் ஒலி உருவங்கள் அமைகின்றன. இசையெழுப்பும் காற்றுக் கருவிகளில் கொந்தளிப்பு அமையுமாறு செய்வார்கள். எக்காள வாத்தியத்தில் வாய்வைத்து ஊதும் பகுதியின் அமைப்பு ஓர் எடுத்துக்காட்டு.

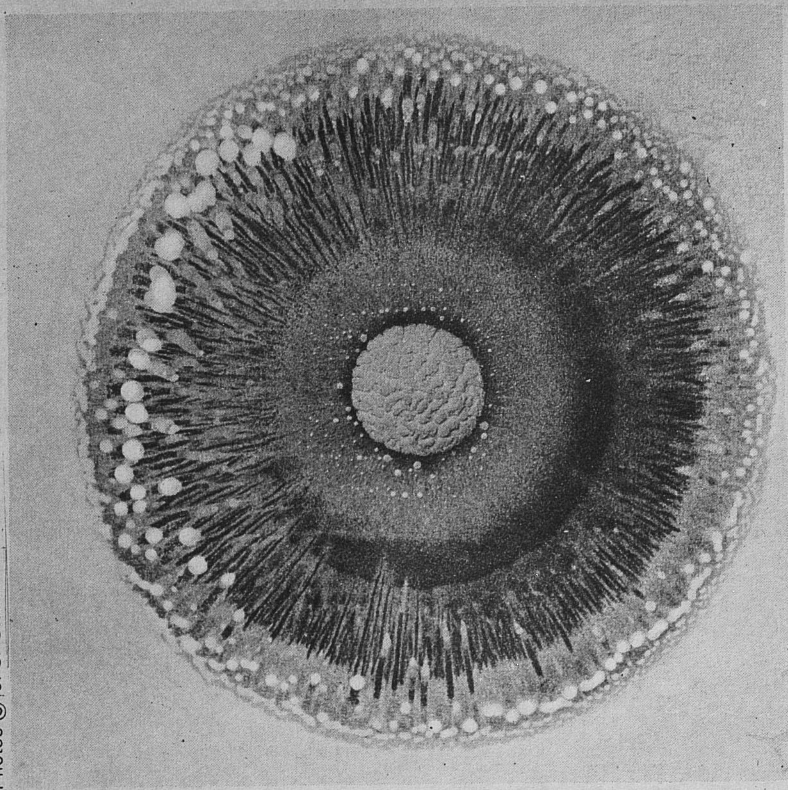
மேற்சொன்ன பரிசோதனைகளில் இயற்கை விதிகளை அனுசரித்து அதிர்வு வினையாற்றங்களை ஒரு பொருளிலிருந்து வேறொன்றுக்கு அனுப்புவதால் இசை ஒலியையும் அவ்வாறு செய்து இசையைக் காட்சியாகக் காண முயலுவது நியாயமே. (பக்கம் 10, கீழேயுள்ள படங்கள் பார்க்க) இசைத் தட்டுக்களின் உதவியால் திரவப் படலங்களில் அதிர்வுகளை உண்டாக்க முடியும். இசையை வெளியிடவும், திரவத்தில் இசையின் வினையாற்றத்தை ஒலி உருவக் காட்சியாகக் காட்டவும் இசைத் தட்டு பயன்படுகிறது. இம் முறையில் நாம் காதால் கேட்பதைக் கண்ணால் பார்க்கிறோம்; கண்ணால் பார்ப்பதைக் காதால் கேட்கிறோம்.

மோசார்ட் அல்லது பாச் போன்ற இசை வல்லுநர் எழுப்பும் இசையைக் கண் பார்த்துப் பழக்கமில்லை; காதில் கேட்டுத்தான் பழக்கம். இசை உருவக் காட்சியை மட்டும் ஒலியின்றிச் சலனப் படமாகப் பார்த்தால், அது இன்ன இசை என்பதைப் புரிந்து கொள்ள முடியாது. இசை ஒலியையும் கேட்டால்தான், செவிக்குரியதைக் கண்ணும் அனுபவிக்கும்.

மனிதக் குரலைக் காட்சியாகக் காண முடியுமா என்பது நிரம்பவும் சுவையான கேள்வி. அதற்கென்று தனி முறையில் அமைத்துள்ள ஒலி காட்டி என்னும் கருவி, இடையில் வேறொன்றின் உதவியின்றி, உயிரெழுத்து ஒன்றை உச்சரிக்கும்போது நிகழும் அதிர்வுப் பாங்கினை அப்படியே காட்சியாகக் காட்டிவிடுகிறது. (6-வது வண்ணப்படம் பார்க்க) அவ்வுயிரெழுத்தின் தனித் தன்மைகளையும், அதிர்வெண் வகையையும், ஸ்தாயியையும், உச்சரித்த ஒருவரின் குரல் தன்மையையும் அக் கருவி காட்டும் வடிவங்கள் வெளிப்படுத்துகின்றன. நிலைமைகளில் மாற்றமில்லையென்றால் மீண்டும் உச்சரிக்கும்போது அதே வடிவங்கள் தோன்றுகின்றன.

காணக்கூடிய பேச்சு செவிடர்களுக்கும் ஊமைகளுக்கும் உதவியாக உள்ளது. மற்றவர்களைப்போல் கேட்டறிய வசதியளிக்கிறது. செவிட்டூமை தான் பேசுவதைப் பார்க்கிறான். அதனால் மற்றவர் பேசும்போது தோன்றும் வடிவங்களைத் தானும் அக் கருவி மூலம் தோற்றுவிக்கப் பழகலாம். அதில் வெற்றி பெற்றால், ஒலிகளைச் சரிவர உண்டாக்குவதாகப் பொருள். மேலும், குரலின் ஸ்தாயியை சரியாக வைத்துப் பேசவும், மூச்சுக் காற்றைக் கவனமாய் ஒழுங்குபடுத்தி வெளிவிடவும் கற்றுக் கொள்ளலாம்.

அலை இயல் விளைவுகளின் செழுமையையும், பலதிறப்பட்ட தன்மையை

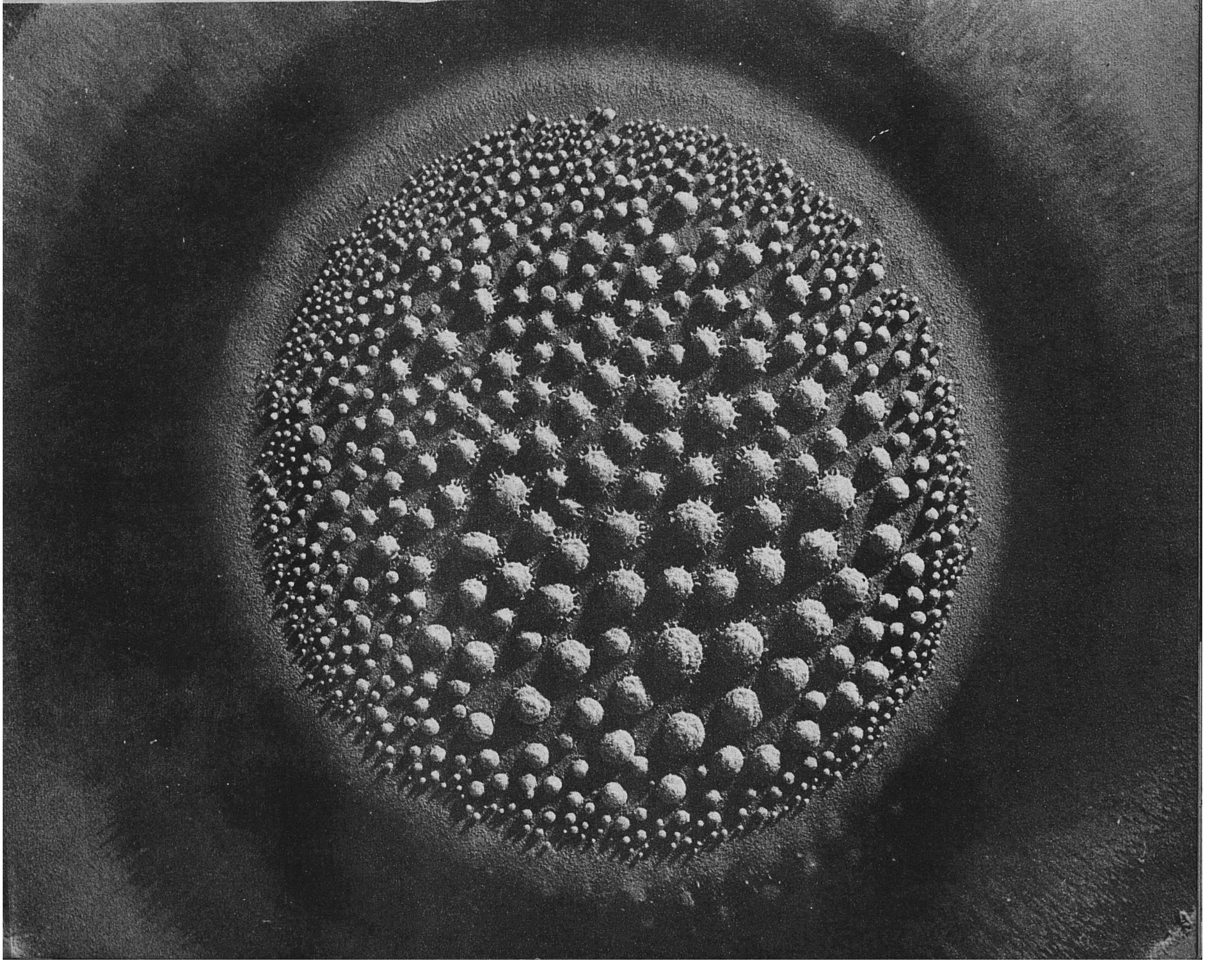


மையம் நோக்கிப் பெயர்ச்சி

பாசியின் (லைக்கோபோடியம்) நுண் துகளை அதிரும் தகட்டில் சமமாகப் பரப்பினால் அது நுண் குவியல்களாக அமைகின்றது (கீழே). ஒவ்வொரு குவியலும் தனது அச்சில் சுழல்கிறது. ஒவ்வொன்றும் கதிரவன் மண்டலத்திலுள்ள தனிக் கூறுகள்போல் சுழல்கின்றது. அதிர்வுகளை மிகுதிப்படுத்தினால் குவியல்கள் மையம் நோக்கி நகர்கின்றன (இடப் புறம்). இப்படத்தில் நகரும் பாதைகள் கோடுகளாகக் காணப்படுகின்றன. அவை நடுவிலுள்ள பெருங் குவியலாக அமையும் போதும் தகட்டில் சுழன்று கொண்டேயிருக்கின்றது.

Photos © J. C. Stuten

CONNEMARA PUBLIC LIBRARY
11 MAR 1973
MADRAS



யும் ஓர் பரிசோதனை மூலம் நன்கு அறியலாம். லிகோபோடியம் மாவிற்கு அதிர்வு கொடுத்துச் சோதிக்கும்போது ஏற்படும் விளைவுகள் விநோதமாகவும், விசேடமாகவும் உள்ளன. இம் மாவின் துகள்கள் மிக நுண்ணியவை; நிரடின்றி ஒரே மாதிரியாக விளங்குபவை. ஒரு தட்டு அல்லது தகட்டில் மாவைச் சீராகத் தூவிக் கொண்டு அதிர்வுகள் ஊட்டினால், வட்ட வட்டக் குவியல்கள் தோன்றுகின்றன. (வலப்பக்கம் கீழிருக்கும் புகைப் படம் பார்க்க)

அலை இயல் விளைவுகளின் முக்கிய பண்பு இவ்வாறு வட்டக் குவியல்கள் அமைவதாகும். இக்குவியல்கள் சுற்றிக் கொண்டேயுள்ளன. சுற்றும்போது குவியலின் உட்பகுதியிலிருந்து துகள்கள் வெளிப்பகுதிக்கு அதிர்வு காரணமாக வருகின்றன. மீண்டும் வெளிப் பகுதியிலிருந்து உட்பக்கத்திற்குப் போகின்றன. இவ்வாறு சுற்றுதல் அலைகள் செயல்படுவதற்கு முக்கிய அடையாளமாகும்.

ஆரோகணம்போல் கேட்குமாறு ஒலியின் செறிவை அதிகப்படுத்தினால், வட்டக் குவியல்கள் ஈர்ப்புக்குள்ளாகி ஒன்று சேர்ந்து ஒரு பெரிய குவியலாகும். அக் குவியல் தொடர்ந்து சுற்றும். (வலப் பக்கம் மேல் படம், நடுப்பக்கங்களிலுள்ள 4-வது வண்ணப் படம்) ஒலியின் செறிவை மேலும் மிகுதிப்படுத்தினால், துகள்கள் மிகக் கடுமையாகச் சுழற்றப்பட்டு, வெளியே வீசப்படுகின்றன. அப்போதும் அவை சுற்றுவது நில்லாது.

லிகோபோடியத் துகள்களை அதிர்வினால் ஓட்டம் கொள்ளச் செய்ய முடியும். துல்லியமாய் வகுத்த பாதைகளில் துகள்கள் ஓடுகின்றன. (படம் பக்கம் 30) ஓட்டப் பரப்பில் ஏதேனும் வேறு பொருளைப் போட்டால், குழப்பம் விளைவதில்லை; புதிய பொருளும் அதிர்வுப் புலத்தோடு சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது. வடிவங்கள் மாறுபடுவதும், வெவ்வேறாய் தோன்றுவதும், வடிவங்கள் இயக்கம் கொள்வதும், இயக்கம் வடிவங்களாய் அமைந்து காட்சியளிப்பதும் எல்லாம் முன் போன்றே மாறாது நிகழ்கின்றன.

மாவுக் குவியல்கள் நகர்ந்து செல்வது தனித் தன்மையோடு விளங்கும், பெரும்பாலும் குவியல்கள் ஒட்டு மொத்தமாக நகர்கின்றன. ஒரு பகுதியில் ஓட்டத்தை நிறுத்தி விட்டால், நின்ற பகுதியின் பின்னாக மற்றக் குவியல்கள் அமீபாப் பூச்சிபோல ஊர்ந்து செல்கின்றன. குவியல்கள் சிதைவதோ நொறுங்குவதோ இல்லை. ஒன்று சேர்ந்து பெரிய பெரிய குவியல்களானாலும், பிரிபட்டுப் பல சிறு குவியல்களானாலும், அவை முழுமுழுத் தொகுதிகளாக அமைகின்றன. ஒவ்வொன்றும் வடிவிலும், இயக்கத்திலும் மொத்த முழுமையில் பங்கு கொள்கின்றது.

இது, அதிர்வு விளைவுகளின் ஒரு குறிப்பிட்ட அம்சத்தை நமக்குக் காட்டுகிறது. முழுமையின் தத்துவத்தை உதாரணத்தால் விளக்குவதாகக் கூறலாம். ஏகத்துவக் கொள்கையின் மாதிரியாகக் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு சிறு குவியலும் என்ன திரிபுக்கும் மாறுதலுக்கும் உட்பட்ட போதிலும், முழுமைத் தன்மை

வண்ணப் பக்கங்கள்

Photo © J. C. Stuten

1. பீங்கான் களிமண்

திரவ நிலையிலிருந்து திடப் பொருளாக மாறும் ஒரு பொருளில் அதிர்வு ஏற்படும்போது புதுமையான வடிவங்கள் தோன்றுகின்றன. இங்கு சூடான பீங்கான் களிமண் பசைத்துளி குளிர்ந்து இறுகும்போது வரிகளமைந்த பாளமாகின்றது. இஃது அதிர்ந்து, குழைவான களிமண் அலைகளைப் பக்கங்களிலும் மையம் நோக்கியும் செலுத்துகிறது. களிமண் இறுகும் போது வெளி விளிம்புகளில் கிளை போன்ற வடிவங்கள் தோன்றுகின்றன

Photo © J. C. Stuten

2. கரிய மையில் எழில் உருவம்

கருப்பு மையில் சிவப்பு பசைக்குழம்பின் துளிகள் புற அதிர்வு ஈதுவுமின்றி ஒழுங்கான சுழிகளையும் நெளிவுகளையும் உண்டு பண்ணுகின்றன. பசைக்குழம்பு மையில் மெதுவாக ஒழுங்கியல்புடன் அங்குமிங்கும் பரவி தடித்த நெளிவுகளையும் பனிப் படலம் போன்ற மெல்லிய வடிவங்களையும் தோற்றுவிக்கிறது. எல்லாம் எழில்பட வழிந்தோடுகிறது எனக் கருதுமாறு தோன்றுகிறது.

Photo © H. P. Widmer

3. மாயக் குயவன்

இச்சிறந்த இரு வட்ட வடிவம் குயவன் செய்து முடித்த மட்பாண்டமன்று. இது தகட்டில் அதிர்வுறும் ஓட்டும் திரவத்தில் உருவாகும் "திரவ உருவம்". இஃது இங்கு காணப்படுவது போல் அசையாமல் இல்லை; இடையறாது சுழல்கிறது; மையத்திலிருந்தும் மையத்தை நோக்கியும் திரவம் வழிந்தோடுகிறது; அனைத்தும் அதிர்வினால் நிகழ்கிறது. இந்த ஆய்வில் தோன்றும் பிற வடிவங்களை 11, 13, 14, 15ஆம் பக்கங்களில் காணலாம்.

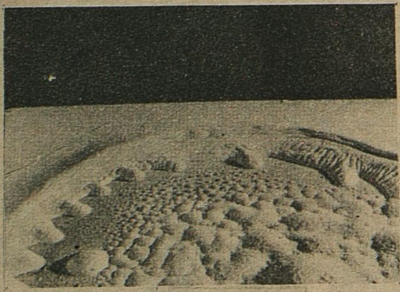


Photo © J. C. Stuten

4. வட்ட வடிவில் நிலாக்காட்சி

நிலாவின் பரப்பை நினைவூட்டும் தூசியும் கல்லும் நிறைந்த இந்நிலக் காட்சி அதிர்வினால் அசைவுறும் பாஸித் துகளால் (லைக்கோபோடியம்) ஆனது. சிறியதும் பெரியதுமான உருண்டை ஒவ்வொன்றும் தனது அச்சில் சுழல்கின்றது; மேல் பரப்பு முழுவதுமே சுழன்று அதிர்கின்றது. அதிர்வு அதிகமாகும் போது "மணற்புயல்" எழுகின்றது அல்லது 17ஆம் பக்க படத்தில் காணப்படுவதுபோல் சிறிய உருண்டைகள் ஒன்று சேர்ந்து பெரிய உருண்டையாகின்றன.

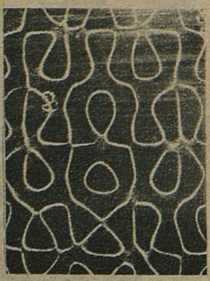


Photo © J. C. Stuten

5. செம்பின் ஒலி

திடப் பொருள்களின் அதிர்வு முறைகளை முதன் முதலில் காட்டிய 18ஆம் நூற்றாண்டின் ஜெர்மானிய பௌதிக அறிஞரும் இசைவாணருமான எர்ன்ஸ்ட் கிளாட்னியின் ஆராய்ச்சியினால் உந்தப்பெற்ற ஹான்ஸ் ஜென்னி சிறந்த முறைகளைப்பயன்படுத்தி பல "ஒலியதிர்வு" வடிவங்களைத் திரட்டியுள்ளார். இங்கு காணப்படும் ஒலி வடிவம் செப்புத்தூள் தூவிய எஃகுத் தகட்டில் வினாடிக்கு 2,200 சுழற்சி வேக அதிர்வினால் தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

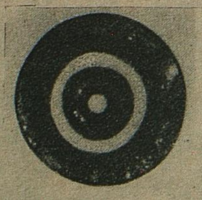


Photo © J. C. Stuten

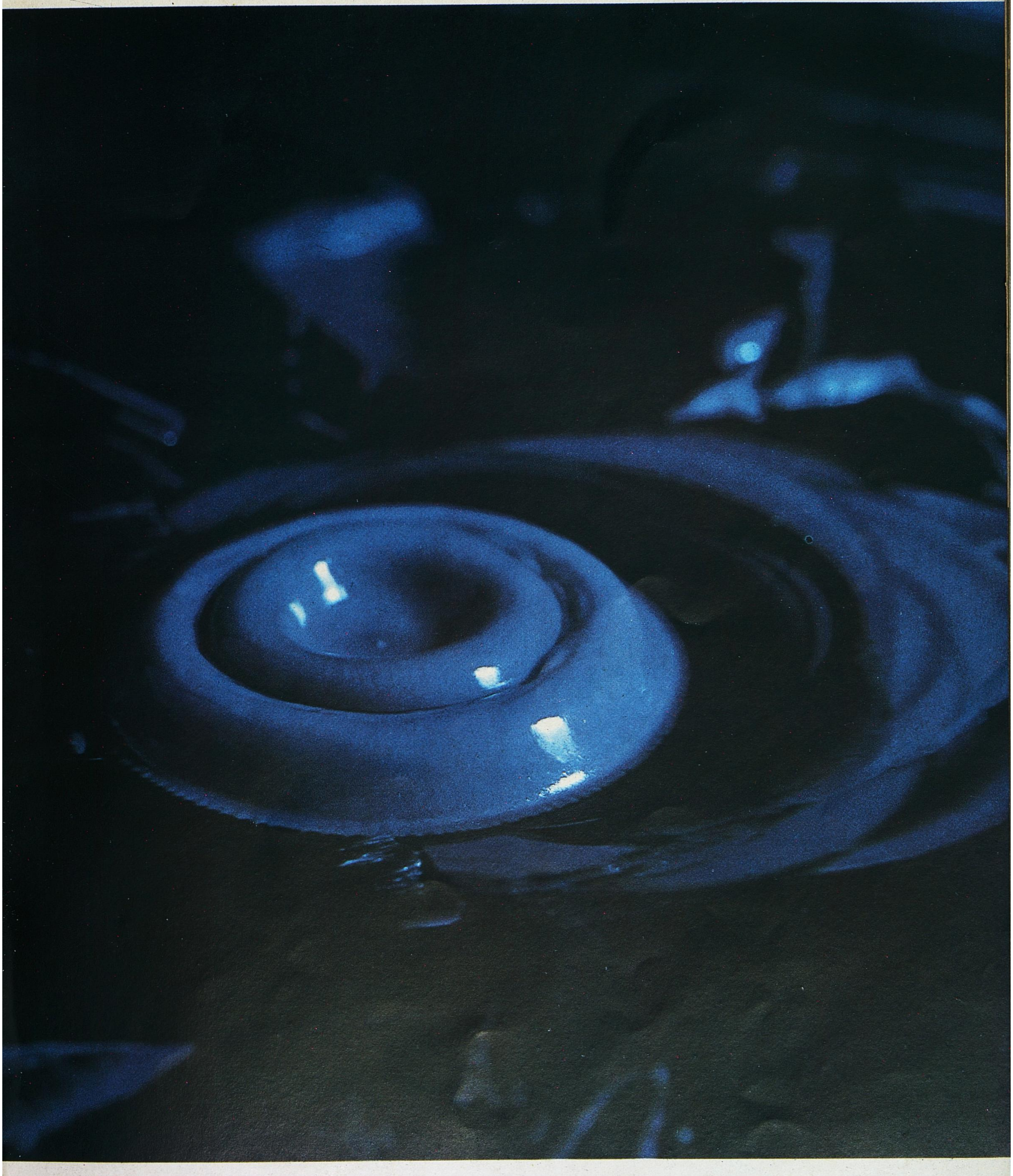
6. 'ஓ' எனும் உயிரெழுத்து

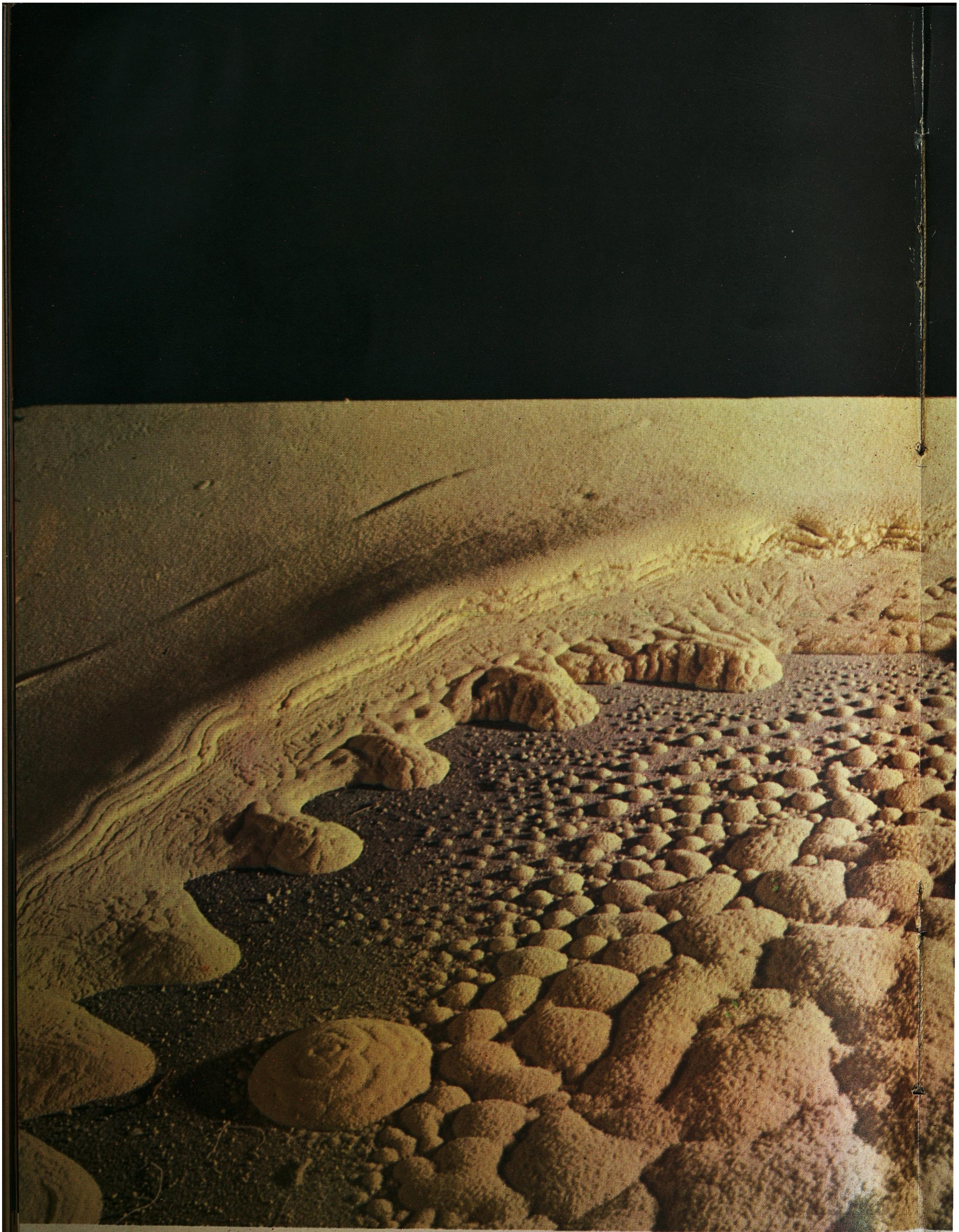
மனிதக் குரலின் அடிப்படைக் கூறுகளைக் காட்டும் கருவியினுள் 'ஓ' எனும் உயிரெழுத்து ஒலிக்கும்போது இந்த அதிர்வு வடிவம் தோன்றுகிறது. செவிடரும் ஊமையரும் இக்கருவியைப் பயன்படுத்திப் பேச்சு வடிவங்களை அறிந்து அதே ஒலி வடிவங்களை உருவாக்கப் பயிலலாம்.

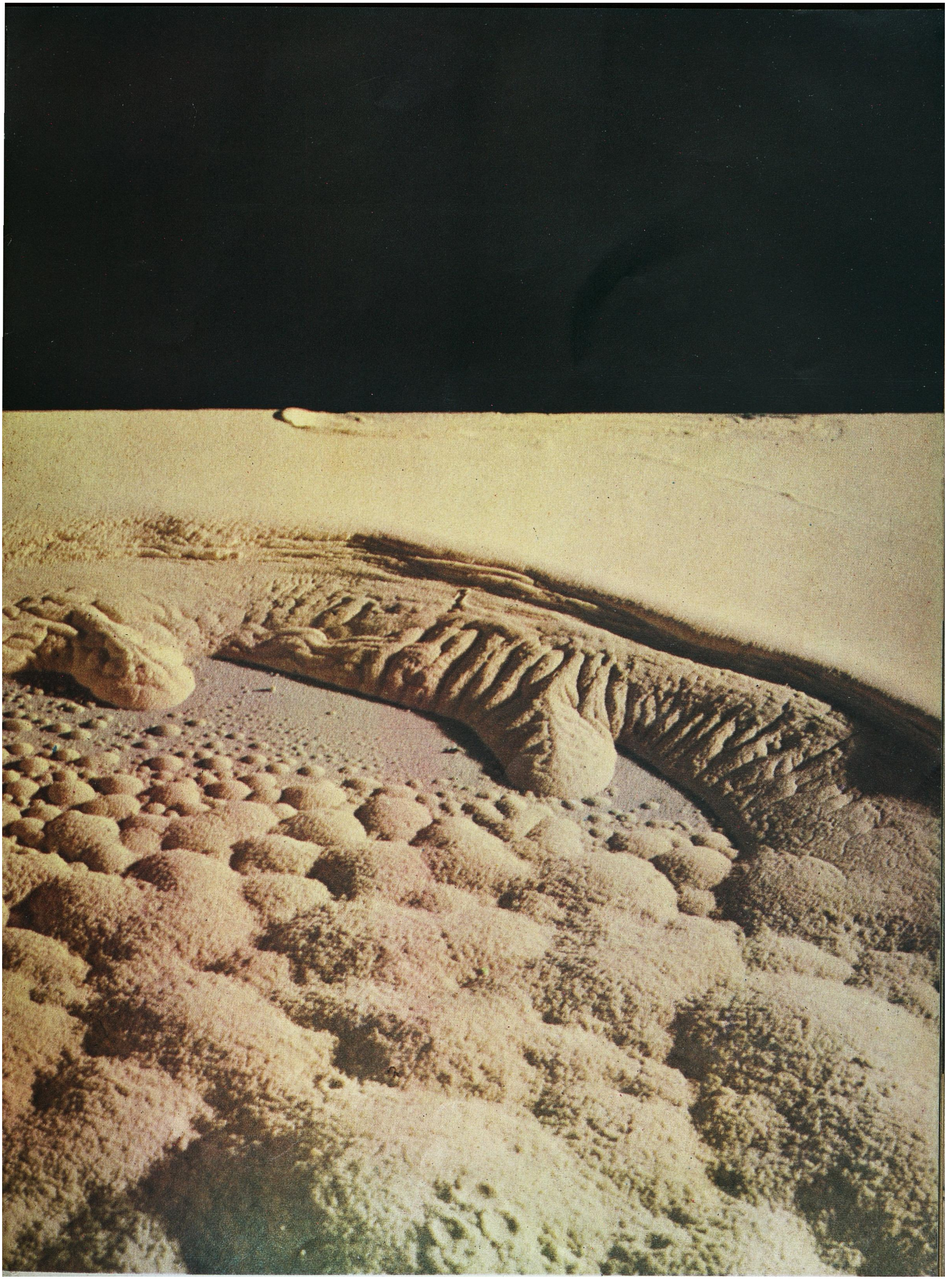
Photo © J. C. Stuten

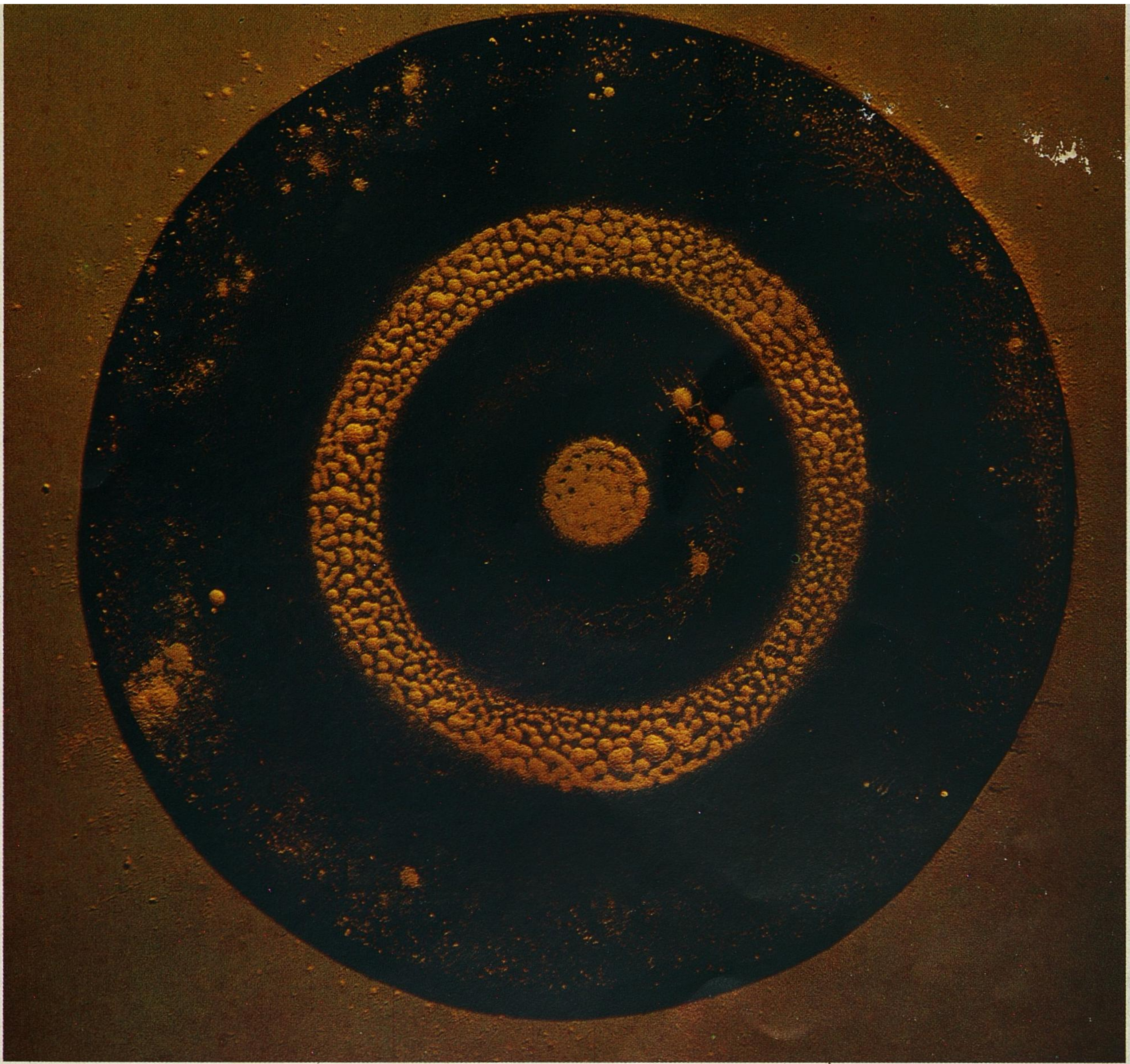
7. காதில் ஒலிவடிவங்கள்

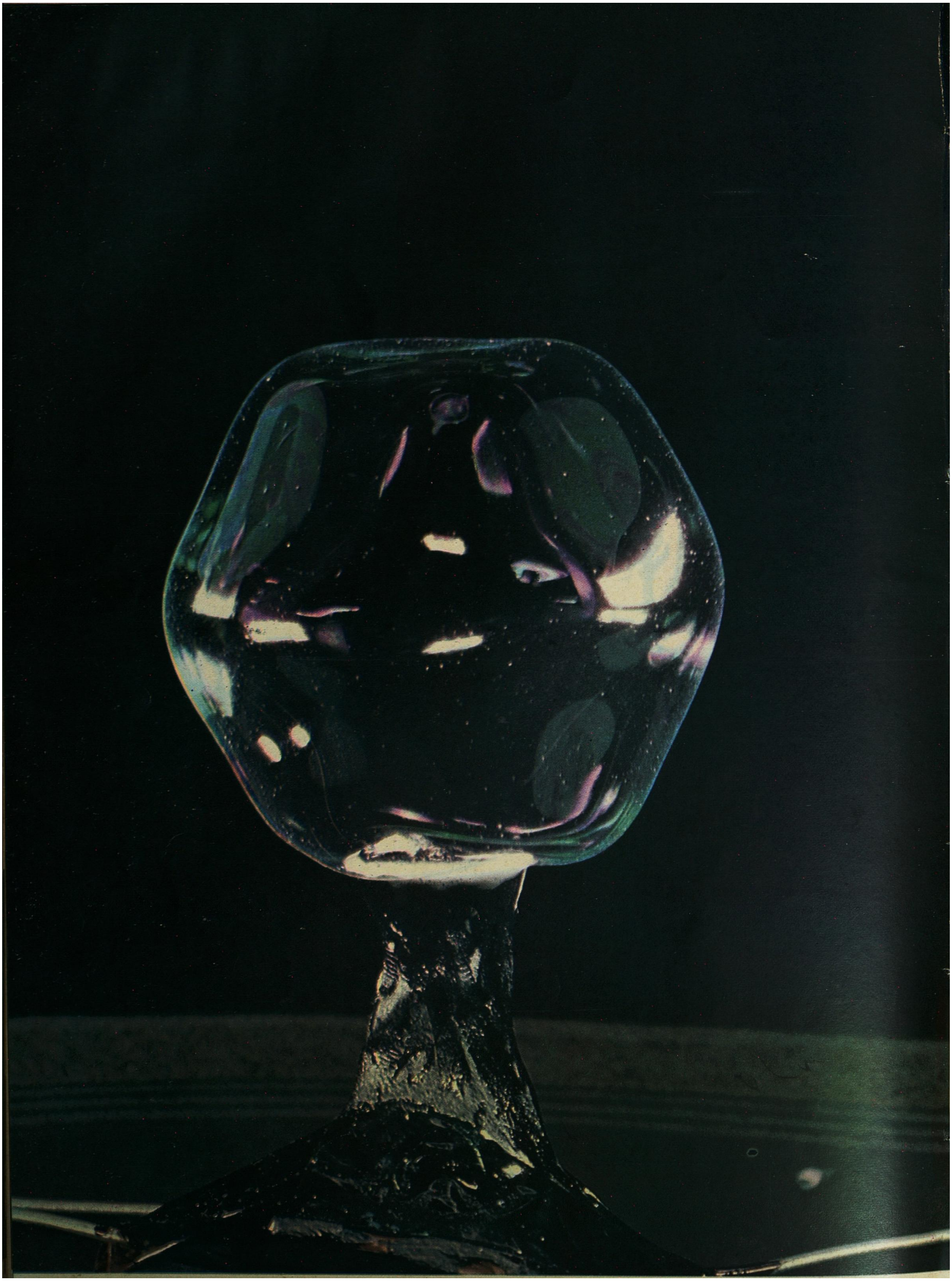
இச்சுழி வடிவங்கள் செவியின் சுருள் வளையில் நிகழும் நீர்இயக்க விசை அதிர்வைக் காட்டுகின்றன, (உட்காதில் ஒலி கேட்கும் கூம்புச் சுருள் குழாயில் ஒலியினால் சுழிகள் ஏற்படுகின்றன.) திரவத்தில் குறியிடும் மை கலப்பதால் தோன்றும் இச் சுழிகள் எதிர் திசைகளில் இடையறாது சுழல்கின்றன. அவை உரத்த ஒலியில் விரைவாகச் சுழல்கின்றன.





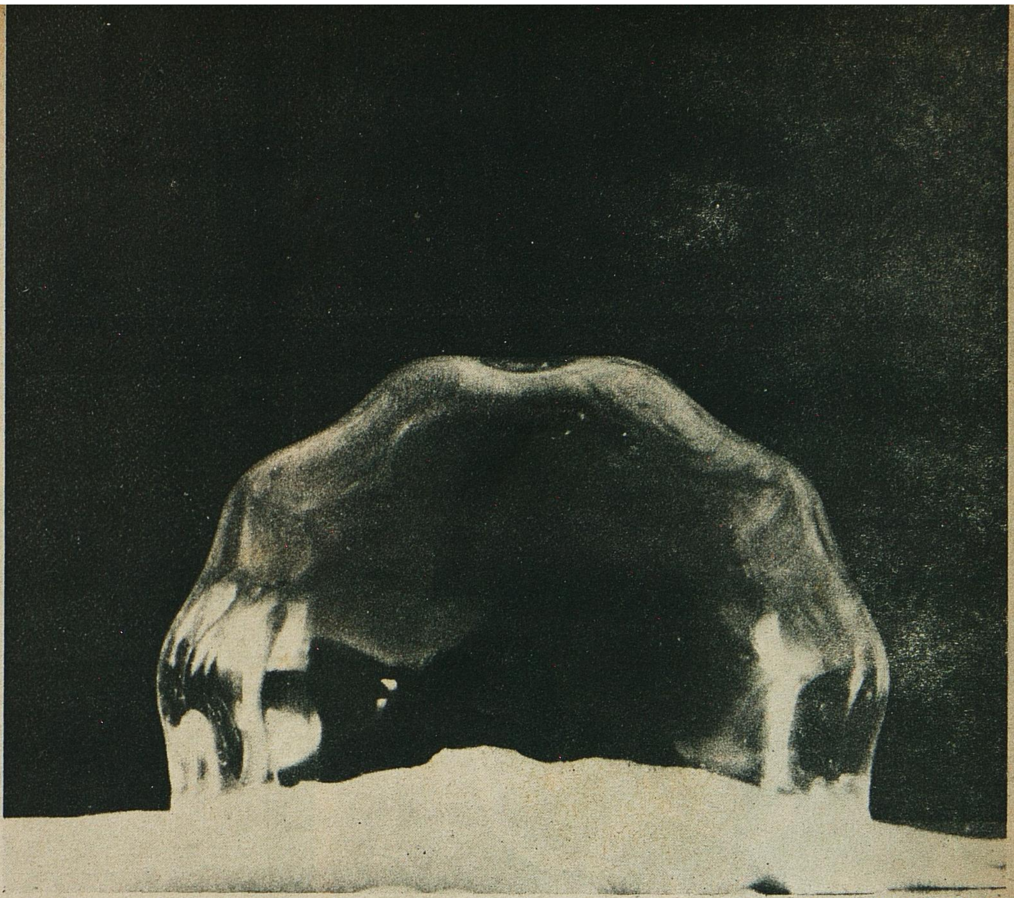




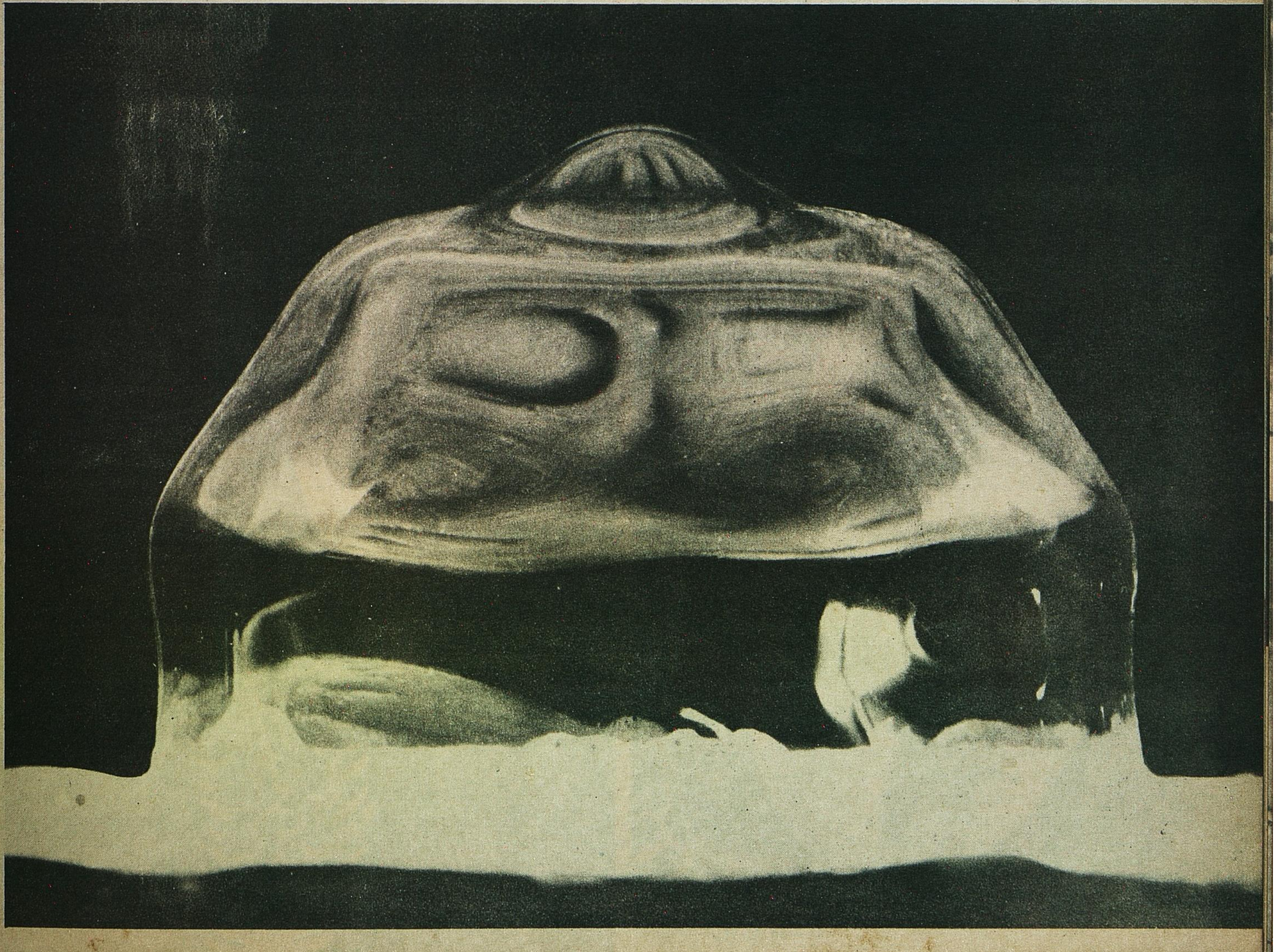


குமிழி நடனம்

சவர்க்கார நீர்க் குமிழியைத் தட்டில் அதிரச் செய்தால் புதுமையான விளைவுகள் ஏற்டுகின்றன. அதன் உட்புறத்தில் ஒழுங்காக அதிர்வுகள் ஏற்படும்போது அது "மூச்சுவிட"த் தொடங்குகிறது எனலாம். அப்போது அதன் உருண்டை உருவம் மாறுகிறது. வலப்புறப் படம் அதிர்வின் தொடக்க நிலையையும், கீழேயுள்ள படம் அதிர்வு மிகுந்த சிக்கலான நிலையையும் காட்டுகின்றன. ஒவ்வொரு பகுதியிலும் அதிர்வுகள் ஒழுங்காக நிகழ்கின்றன. எதிர்ப்புற வண்ணப் படம் கண்ணாடி மதுக் கோப்பையை ஒத்த குமிழியின் ஆட்டத்தைக் காட்டுகிறது. இவை எவ்வாறு அதிர்வினால் மூவளைவைக் கூறுள்ள வடிவங்கள் தோன்றுகின்றன எனக் காட்டுகின்றன.



Photos © J. C. Stuten



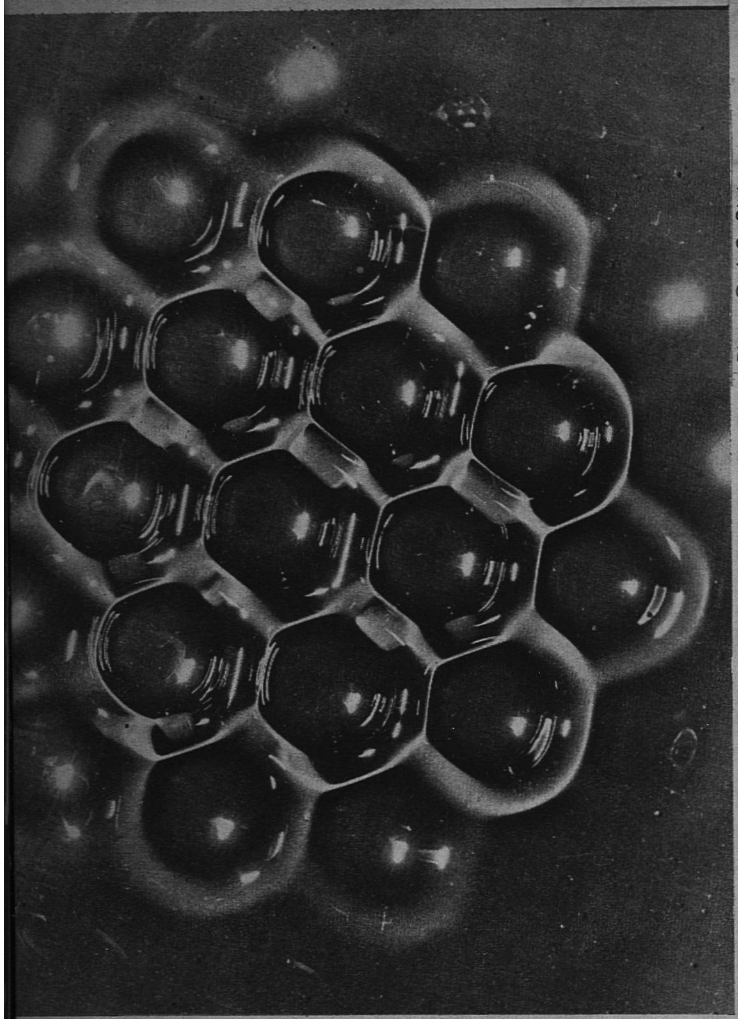
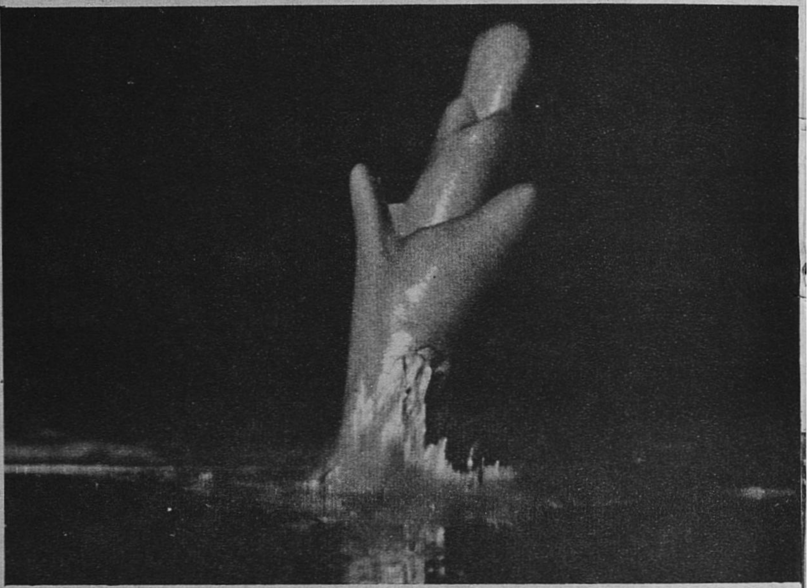
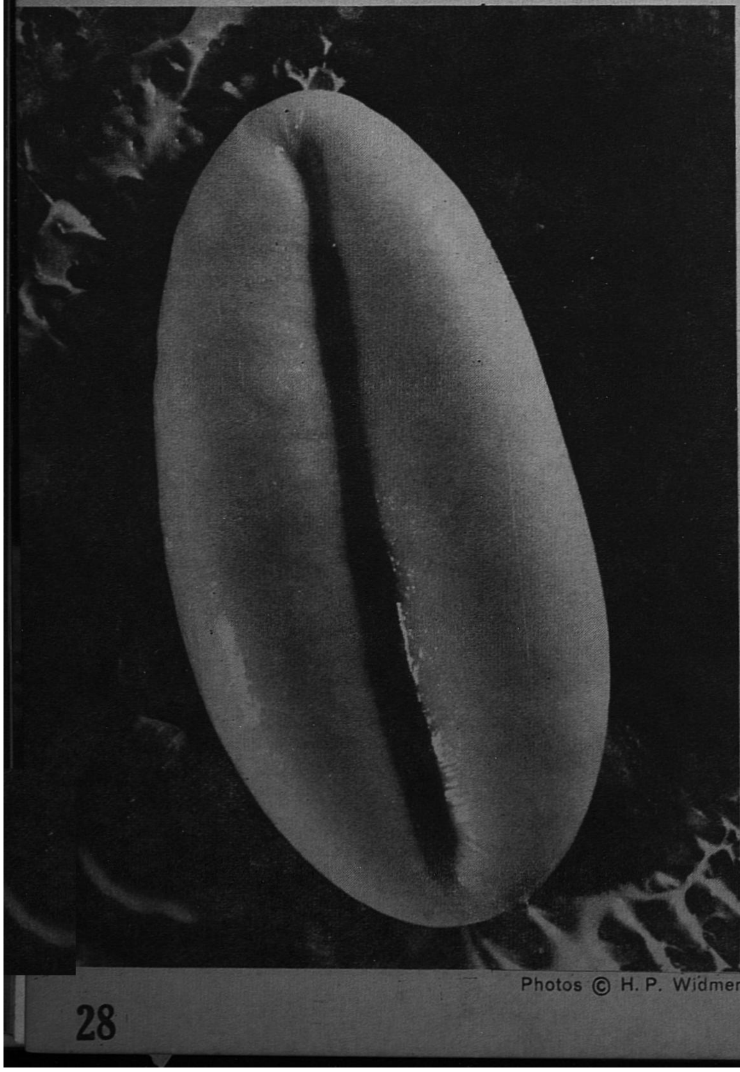


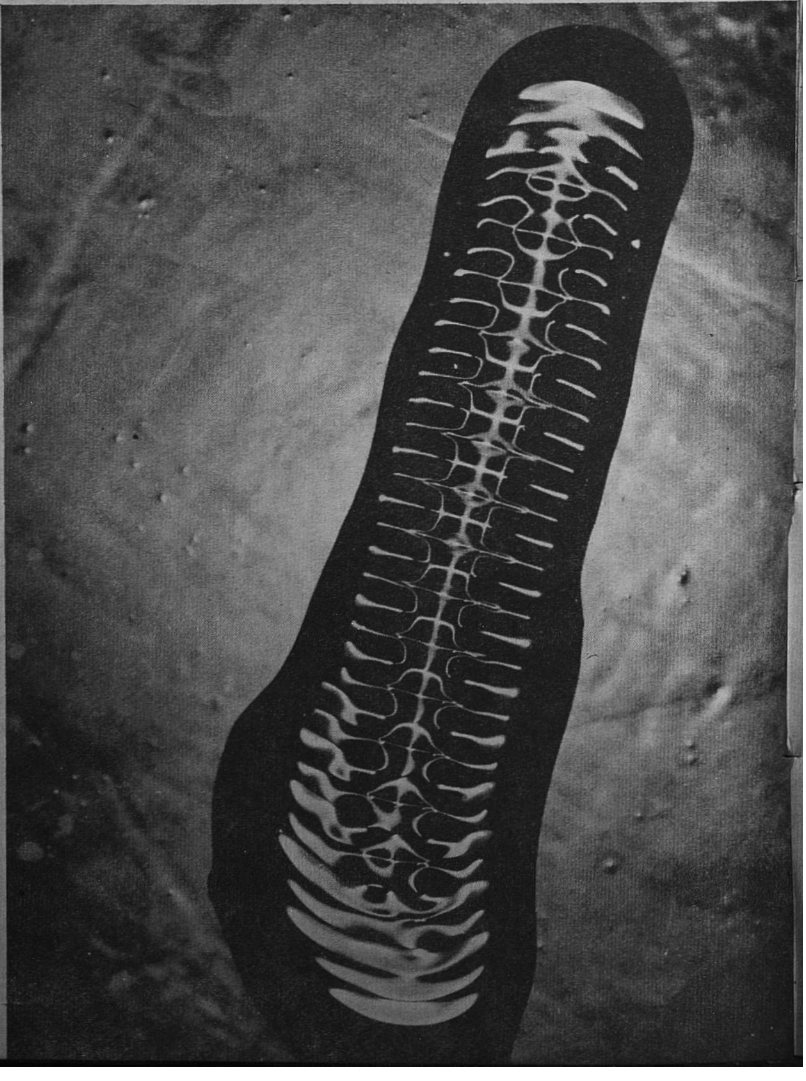
Photo © J. C. Stuten

இயற்கை வடிவங்களை இயற்கைச் சட்டம் வகுக்கின்றதா ?

அதிர்வின் விசையை மாற்றும் ஆய்வுகளில் தோன்றும் வடிவங்கள் இயற்கையில் அதாவது தாவர, விலங்கு வாழ்விலும் அல்லது உலோகப் பொருள்களிலும் காணப்படும் அமைப்பு வடிவங்களைப் பெரிதும் ஒத்துள்ளன. இதனால் படைப்புகளுக்கெல்லாம் பொதுவான ஓர் அடிப்படைச் சட்டம் உளதோ என நாம் எண்ணலாம். இடப்புறம், ஒரு திரவத்தை விசை மிக்க ஒலி அலைகளினால் அதிரச் செய்தபோது உருவான தேன் கூடு வடிவம். கீழே, ஒட்டும் திரவத்தில் அதிர்வு விசையை மாற்றியதால் உருவான, வளரும் மொட்டு அல்லது பவளச் செடி போன்ற சிற்ப வடிவம். அடியில் வலப்புறம், கிளிசரின் படலத்தில் ஒலி அதிர்வினால் உருவான மீன் முள் வடிவம். அடியில் இடப்புறம், பசைப்பொருள் அதிரும்போது தோன்றிய சிப்பி அல்லது அவரை வடிவம்.







Photos © H. P. Widmer

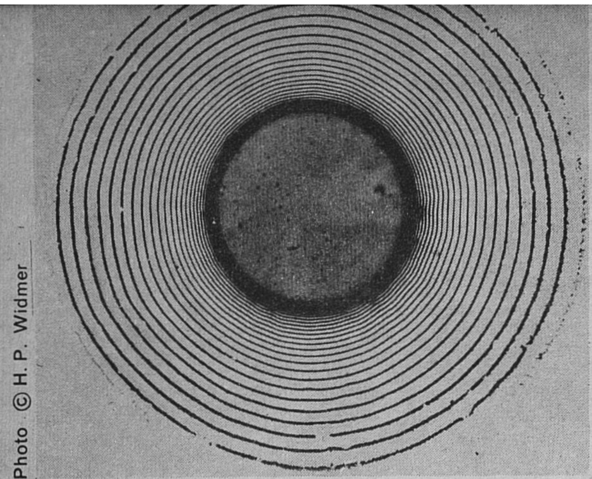


Photo © H. P. Widmer

இயற்கையில் ஒழுங்கு நயமான முறைகள் மலிந்துள்ளன. அவை பலவற்றுள் அதிர்வு ஏற்படுவதில்லை. இடப்புறம் "லீஸ்காங் வட்டங்கள்" எனப்படும் வட்டங்கள் இரசாயன எதிர் இயக்கத்தின் ஓர் ஒழுங்கு நயத்தைக் காட்டுகின்றன. பொட்டாசியம் பைக்ரோமைட்டை வெள்ளி நைட்ரேட்டுடன் கலந்தால் புதுமையான முறையில் வெள்ளி குரோமைட் தோன்றுகிறது. அப்போது வெள்ளி குரோமைட்டின் மையத்திலிருந்து வர வர பெரிதாகும் வட்டங்கள் தோன்றுகின்றன.

3 - அதிர்வுகள் நிகழும் பலதிறப் பொருள்கள்

குன்றாது விளங்குகிறது. வேற்றுமையில் ஒற்றுமையைக் காப்பாற்றி வருவது அதிர்வு வினையாற்றத்தின் அடிப்படை அம்சம். ஒவ்வொரு பாகத்திலும் முழுமை காணப்படும்; அல்லது, முழுமையின் குறிப்பாவது உணர்த்தப்படும்.

விண்வெளியில் அதிர்வுகளின் விளைவுகளை ஆராய்வதற்காக, முதலில் துளிகளுக்கு அதிர்வூட்டிச் சோதிக்கப்பட்டது. பாதரசத் துளிகளுக்கு அதிர்வு அளித்ததில் அவை ஒழுங்கான வடிவங்களில் அலைவு கொண்டன. 3, 4, 5, 6, 7 முதலிய எண்களின் வரிசையில் அலைவுகள் நிகழ்ந்தன. எனவே, ஒத்திசைவு அமைப்பும், சமச்சீர்அமைப்பும் விளங்கியதாகக் கூறுவது நியாயமே யாகும். நீர்த் துளிகளைக் கொண்டு சோதித்த போதும் பலகோண வடிவமைப்புக்கள் தோன்றின. ஆனால் ஒரு வேறுபாடு தெரிந்தது. நீர்த் திவலைகள் துளியின் மையத்திலிருந்து விளிம்பிற்கும், விளிம்பிலிருந்து மீண்டும் மையத்திற்குமாகப் போய்ப் போய் வந்தன.

ஆதலால், துண்டுகளாக வெட்டிய வட்டத்தின் 5-வது, 4-வது, 3-வது துண்டுகளை வைத்து அமைத்த ஏற்பாடு ஒன்று செயல்படும் ஒழுங்குமுறையில் இவ் அதிர்வுகள் இயங்குவதாக நாம் எண்ண இடமுண்டு. உருவாகும் ஓவியங்கள் உயர் தாவர இனத்து மலர்களை நினைவூட்டுவனவாக உள்ளன. எனவே, அலை இயல் வினையாற்றத் தொடரில் ஒரு தூய ஒத்திசைவுப் பண்பு அமைந்திருப்பது தெற்றெனத் தெரிகிறது.

இன்னும் மேலாக, சோப்புக் குமிழிகளில் அதிர்வுகள் ஏற்றிப் பரிசோதனை செய்யும்போது, மூன்று பரிமாண வடிவங்கள் காண்கிறோம். (8-வது படம் 27ஆம் பக்கம் பார்க்க) குமிழிகள் ஓர் ஒழுங்கான ரீதியில் துடிப்புக்கொண்டு, 'உயிர்ப்புடைய உருண்டை'களாக விளங்குகின்றன. அதிர்வை உண்டாக்கும் ஒலி பெரிதாக ஆக, குமிழியில் துடிப்புக்குள்ளாகும் பகுதிகளும் பெருகி வருகின்றன.

அடி வளையங்களை ஒட்டுச் சேர்த்து வைத்துள்ள தட்டுக்களில் அதிர்வு ஏற்றிச் சோதித்தபோது விநோதக் காட்சி காணமுடிந்தது: ஒட்டுப் பண்பை அதிர்வுகள் பலவீனமாக்குவதால், ஒட்டு சிறிது விலகுகிறது. பின், தட்டை ஆக்கியுள்ள பொருள் சுதந்திரமாக இயக்கம் கொள்கிறது. இதே வகையில் இன்னொரு பரிசோதனை உண்டு. காந்தம் கொண்ட ஒரு தகட்டின்மேல் இரும்புத் தூளைப் போட்டு, தட்டுக்கு அதிர்வேற்றினால், ஒட்டுப் பண்பு குறைந்து, தூள்கள் ஓரளவு நகரத் தொடங்குகின்றன. தூள்கள் சில வடிவங்கள் அமைக்கின்றன. அவை காந்தப் புலத்தில் நடனமாடுவதுபோல் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் சலனத்திலிருந்து காந்தப் புலத்தின் செறிவையும் அமைப்பையும் அறியலாம். (16ஆம் பக்கம் மேலேயுள்ள புகைப்படம்)

ஒரு பொருளின் நிலையை அதிர்வுகள் மாற்றுவது விநோதமாக உள்ளது. ஒரு பரிசோதனை இதைக் காட்டும். சூடான வெள்ளைக்களிமண் குழம்பைக் குளிர்வடைய விட்டிருக்கும்போது அதிர்வுகள் ஏற்றினால், வழு வழுவென்று பீங்கானாகாமல், முறுக்கப்பட்டு, விநோதமான கிளைகள்போன்ற அமைப்புக்கள் உருவாகின்றன. இவ்வாறு மாற்றம் விளைவதற்கு அதிர்வுகள் மட்டுமே காரணம்.

பின்பு இப் பரிசோதனையில், அடுக்கு அடுக்காகக் கட்டமைப்புக் கூறுகள் தோன்றிக் கடைசியில் இறுகிவிடுகின்றன. (வண்ணப் படம் 1 பார்க்க)

இதுவரை குறிப்பிட்ட பரிசோதனைகள், அதிர்வு விளைவுகள் பற்றிய ஆராய்ச்சித் துறை எவ்வளவு விரிந்து உள்ளது என்பதை ஓரளவு காட்டும். விநோதமான கட்டமைப்புக்கள், வடிவங்கள், ஓட்டங்கள், இயக்கங்கள் இவற்றை ஆராய்வதால் புதுப் புது உண்மைகள் தெரியவருகின்றன. இதுகாறும் கவனிக்காமல் விட்ட அநேக விஷயங்களைப் பற்றி விழிப்புக் கொள்கிறோம். அலை இயல்பும், ஒழுங்கு நயத் தன்மையும் இயற்கையில் எவ்வளவோ அமைந்துள்ளதை உடனே உணருகிறோம்.

அங்கக உயிரணுத் திசு தோன்றி மறைவது ஒழுங்கு நய இயல்பில் நிகழ்வதாகும். இது அதன் இயல்பு. அங்ககக் கட்டின் கூறுகள் மீண்டும் மீண்டும் தோன்றுவன. இழையாலான வலைப் பின்னல் போன்று, கிராதிகள் போன்று பல உருவில் தோன்றுவன. திசுக்களை கணக்கற்ற வேற்றுமையான உருவங்களில் நெய்யப்பட்டவை என்றே கூறலாம். இவ் வுருவங்கள் அடுத்தடுத்துச் சீரான முறையில் தோன்றுவதை வெறுங் கண்ணால் பார்க்கலாம். இலைகளில் உயிரணுக்களின் அமைப்பு ஓர் உதாரணம். ஆனால், ஒளி பயன்படும் உருப்பெருக்கி, எலக்ட்ரான் பயன்படும் உருப்பெருக்கி ஆகிய இரண்டின் மூலம் பார்க்கும் போது, மீண்டும் மீண்டும் கூறுகள் தோன்றும் தொடர்ச்சியைக் காணலாம்.

அலை இயல்பு, வரிசைத் தன்மை, ஒழுங்கு நய இயல்பு இவற்றுக்கான மற்ற உதாரணங்களை நம் அன்றாட வாழ்வில் காண்கிறோம். நீர்ப்பீற்றுங் குழல், நீர்ப்பரப்பு, நீர்த்துளி இவை ஒவ்வொன்றும் அலை இயல் தன்மையின் சிக்கலான அமைப்பைக் காட்டுகின்றன. மேகங்கள் உருவாகும் போது, அலைத் தொடர்கள், அலைப் புலங்கள், அலைமுடிகள் யாவும் தோன்றுகின்றன. வீட்டுப் புகைக் கூண்டிலிருந்து வெளியேறும் புகையில் சுழல்களும், கொந்தளிப்புகளும் ஒழுங்கு நய இயல்பில் உண்டாகின்றன. அலை அமைவது, கொந்தளிப்பு ஏற்படுவது, துடிப்பு நிகழ்வது, சுழல் உண்டாவது ஆகியவை நீரியக்கவியல், (கலர்ப்படம் 2) காற்றியக்கவியல் இத் துறைகளில் பரக்கக் காணப்படுகின்றன.

இக் காட்சிகள் அனைத்தையும் ஒருமைப்பாடுடைய முழுமையாகக் காண்பவருக்கு அலை இயல்பு; ஒழுங்கு நயத் தன்மை இவற்றைக் கண்டறியும் இயற்கையான புலனறிவு வளர்கிறது. இயற்கையின் அலையார்ந்த அமைப்பைக் கண்டு அவர் பாராட்டத் தொடங்குகிறார். இவ்வுணர்ச்சி படைப்புக் கலைஞருக்கு வெகுவாக எழுகின்றது. கட்டடச் சிற்பிகள், ஓவியர்கள், வரையுருவக் கலைஞர், தொழிற் கருவி உரு வரைவோர் ஆகியோரைக் கண்டு கலந்ததில் அலை இயல் அவர்களுக்கு ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளிக்கிறதென்று தெரியவந்தது. ஒலி ஓவியங்கள் காப்பியடிக்கவும், தழுவி வரையவும் வேண்டியவை மட்டுமே என அவர்கள் எடுத்துக் கொள்வதில்லை.

அலை இயலைப் பார்த்துப் படைப்புக் காரியம் செய்ய ஒருவர் முயன்றால் சங்கடம் எதிர்ப்படுகிறது. ஒருவர்

சதுரங்கள், வட்டங்கள் போன்ற வடிவ கணித வடிவங்களை வைத்து இயக்கத்திற்கு வரையுரு அமைக்க இயலுவதில்லை. ஏனெனில் அவ் வடிவங்கள் முற்றுப் பெற்றவை. பிறந்த நிலையில் வளர வேண்டிய வகையில் அவை இல்லை. எனவே, ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் பிறப்பு மூலமும் தோற்றமும் உண்டென்று அவருக்குத் தெரியவேண்டும்.

இந்தப் பிறப்பு முறையை அவர் அலைகள், அதிர்வுகள் உலகில் நன்ருகக் கண்டு அனுபவம் பெறலாம். ஓர் ஒலி ஓவியம் உருவாவதைப் பார்க்கும் ஒருவர் இவ்வாறு சொல்லாமலிருக்க முடியாது: ''ஒன்றும்'' காணமுடியாத இடத்தில்தான் படைப்புத் தொழில் நடைபெறுகிறது; இயக்கமற்ற இடங்களுக்குத்தாம் மணல் துகள்களும் மாவுத் துகள்களும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. தன் சூழலிலிருந்தே உருவம் உருவாக வேண்டும். உருவத்தைப் படைக்கும் சுற்றிலுமுள்ள வெளி முற்றமைந்த உருவத்துடன் ஒன்றிவிடுகிறது. உருவான ஒன்றுடன் உருவாக்கும் அனுபவமும் ஒன்று சேர்கிறது; உருவ வகை பெற்ற ஒவ்வொன்றுடன் உருவ வகை செய்ததும் ஒன்றுகிறது. சிற்பியும், கட்டடக் கலைஞனும், ஓவியனும் இவ்வாறு பொருளைச் சுற்றியுள்ள வெளியும் உயிர் பெறுவதை உணர்கிருர்கள். இறுதியில், பெற்ற ஒன்றின் பெயரைப் பிறந்த ஒன்று பெற்று விடுகிறது.

மேற்கூறியதன் மறுதலையையும் அலை இயலை ஆராய்வதன் மூலம் அறியலாம். இயக்கவியல், இயங்கும் பொருள்கள், விசைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று செயல்படுதல் ஆகியவற்றில் ஒருவருக்கு அக்கறை உண்டென்று கொள்வோம். இயங்கும் ஒன்றிலிருந்து வடிவ அமைப்பு எப்படித் தோன்ற முடியும் என்கிற பிரச்னை அவர் முன் வருகிறது. இயக்கம் எவ்வாறு ஓர் உருவத்துடன், குறித்த வடிவத்துடன் தொடர்பு கொள்கிறது? அதிர்வு நடவடிக்கையைக் கவனித்தால் விடை கிடைக்கும். ஏனென்ருல், அதிர்விஞல் விளையும் மாறுதல்களும், உரு மாற்றங்களும் எவ்வளவு பெரிதாயினும், திட்டமான உருவ அம்சங்கள் அதிர்வுப் புலத்தில் நீடித்து விளங்க இயலுகின்றது. ஒருநிலையற்று இயங்கும் கொந்தளிப்பும் உருவாக்கக் கூறு கொண்டுளது; அக் கூறு திரும்பத் திரும்பத் தோன்றும் தன்மை உடைத்தாயுள்ளது.

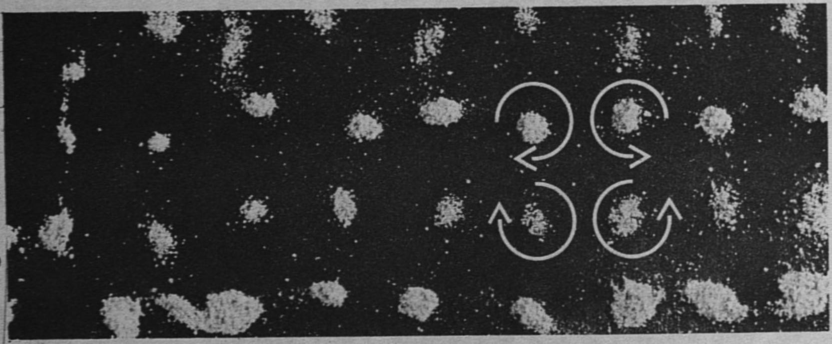
ஆகவே, அலைத் தத்துவமும், அதிர்வு விளைவுகளும் சேர்ந்து ஒரு வகை மொத்த விளைவை அளிக்கின்றன, (வண்ணப்படம் 3, புகைப் படங்கள் பக்கம் 11, 13, 14, 15) உருவத்தை ஆக்கும் செயல்முறை பற்றியும், இறுதியில் வடிவம் அமைவது பற்றியும் அவை விளக்கம் தருகின்றன. இயக்கம் நிகழும் போதே நிலைமாறு வடிவம் அமைவது எவ்வாறு என்று விளக்குகின்றன. நிலைமாறு வடிவங்களின் பிறப்பு முறையை ஆராய்ந்தால் தான் விளக்கம் கிடைக்கும். வடிவங்கள் உருவாகுமுன் என்னென்ன நிலைகள் விளங்கின என்று கவனமாய் ஆராயவேண்டும் என்பதைச் சொல்லாமலே தெரிந்து கொள்ளலாம். அவ்வாறு ஆராய்ந்தால் அலை இயல் தத்துவத்தின் அருமையை அறிவோம்.

இயற்கைத் தத்துவத்திற்கும் பரிசோதனைகளின் விளைவிற்கும் உள்ள ஒற்றுமையைக் கொண்டு இரண்டும் ஒன்றே என முடிவு செய்யக் கூடாது என்பதை இங்கு முதற்கண் சொல்லிவிட வேண்டும். அநேக அலை விளைவுகள் பல்வேறு இயற்கைத் தத்துவங்கள் போலத் தோற்றுகின்றன என்பதில் ஐயமில்லை. ஆனுல் விளக்கம் செய்ய முற்படுவதும், ஒத்துப் பார்ப்பதும் பயனளிக்கமாட்டா. அவ்வாறு செய்தாலும் அடிப்படை உண்மை புலப்படாது.

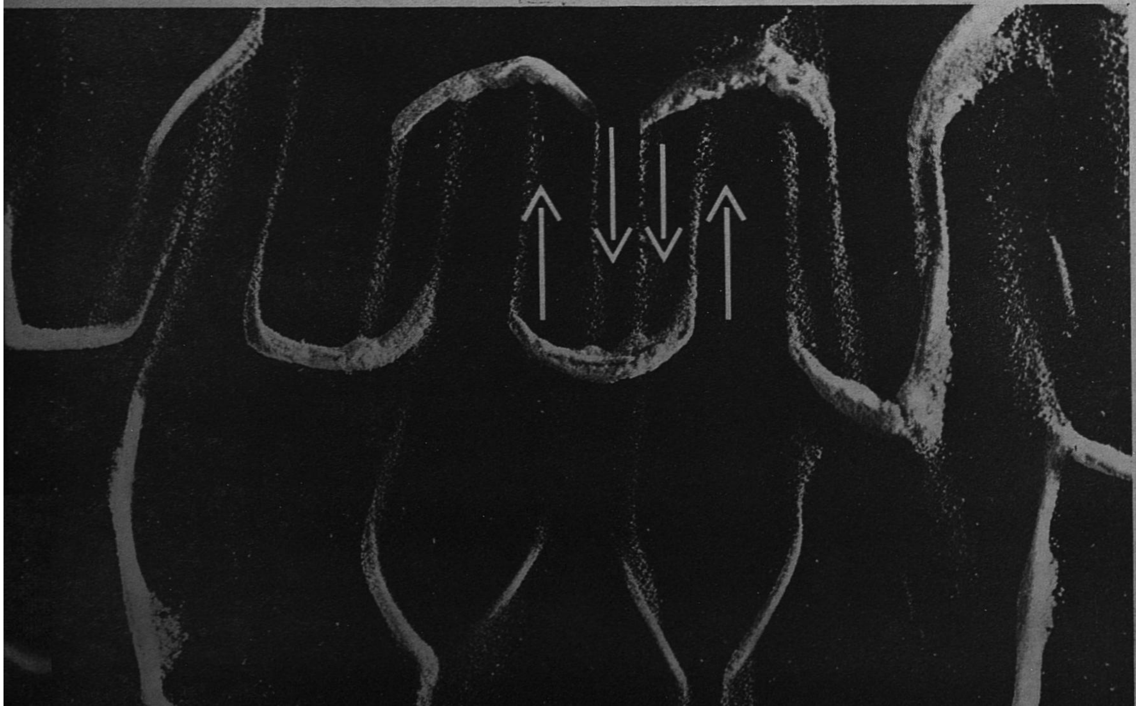
உண்மை இதுதான்.. அதிர்வுகளையும் அலைகளையும் கண்ணுல் பார்க்கும் போது குறிப்பிட்ட வகையான காட்சிகளின் முழுவரிசை தொடர்ச்சியாக வருகிறது. இந்த வெவ்வேருன காட்சிக் கூறுகள், அதிர்வுத் தொகுதியில் முழுமையான ஒன்ருகத் தோற்றமளிக்கின்றன. அதிர்வுத் தொகுதி ஒன்றிலே கட்டமைப்பு, துடிப்பு, இயக்க—விசையியல் அம்சங்கள் ஆகிய எல்லாவற்றையும் காண்கிருேம். எனவே, நாம் பரிசோதனைகளில் கண்ட அலைஇயல் விளைவுகள், அதிர்வுத் தொகுதியில் பொருத்தமான முறையில் உருமாற்றம் நிகழ்வதால் ஏற்படுபவை என்று சொல்லலாம்.

இவ்வாறு பரிசோதனைகள், கருத்தில் கொள்ளத் தக்க மாதிரி வடிவங்கள் பல காட்டி, ஆராய்ச்சியுள்ளத்தைத் தூண்டுகின்றன. பல துறை

(தொடர்ச்சி 42ஆம் பக்கம் பார்க்க)



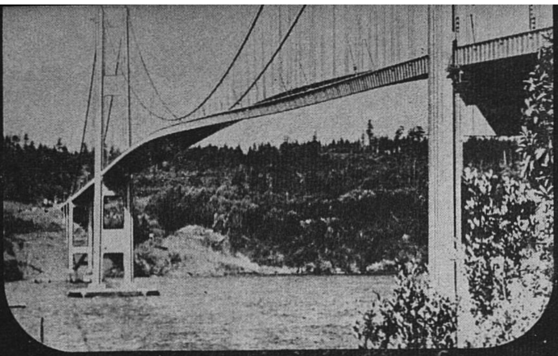
Photos © J. C. Stuten

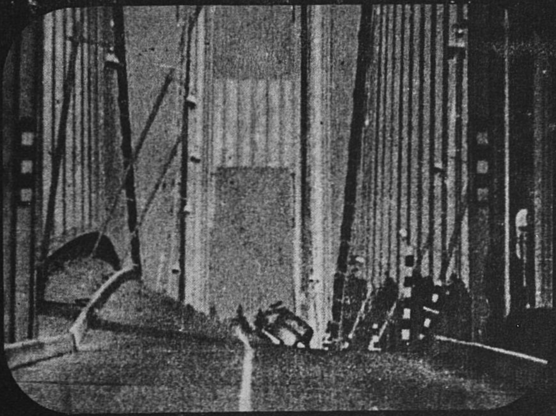


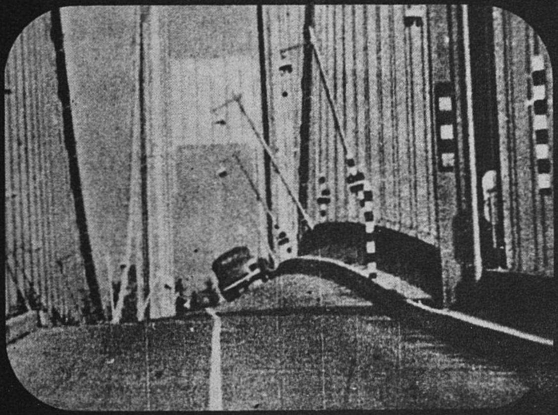
மேலே வலப்புறம், இவ்வரிய இரு படங்களும் தம்மிலே எழில்படத் தோன்றுவதுடன் அதிர்ந்து சுழலும் அணைத்துலகங்களின் அரிய தோற்றத்தையும் காட்டுகின்றன. மேலே படிக மணல்மணிகளும் இடப்புறம் லைக்கோபோடியம் மணிகளும் எஃகு தட்டில் அதிர்கின்றன. சிறு வட்டப் பரப்புகளும் துகள்களும் வலச் சுழியாகவும் இடச் சுழியாகவும் சுழன்று செல்வதைக் காட்டும் குறிகளைப் பார்க்கவும். விஞடிக்கு 8,500 சுழற்சிகளில் அதிரும் லைக்கோபோடியம் பாயும் ஓடை போல் உருப்பெறுகின்றது. அதைவிட விரைவாக விஞடிக்கு 12,460 சுழற்சிகளில் அதிரும் படிக மணற் சுழலும் உருண்டைக் குவியல்களாக மாறுகின்றது. மாறுபட்ட சுழற்சிக்குக் காரணம் திட்டமாகத் தெரியவில்லை. ஆயினும் பௌதிக விதிக்கு உட்பட்டே சுழல்வதுபோல் தோன்றுகின்றன.

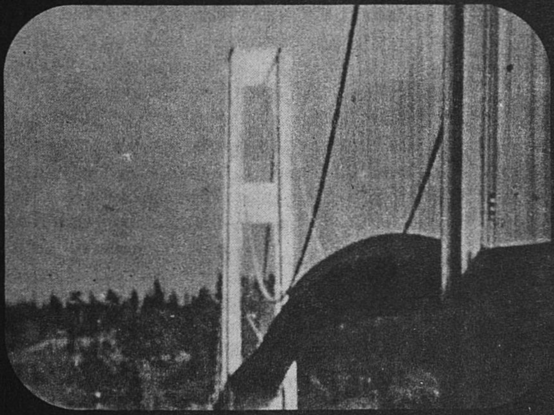
அதிர்வினால் அழிந்த பாலம்

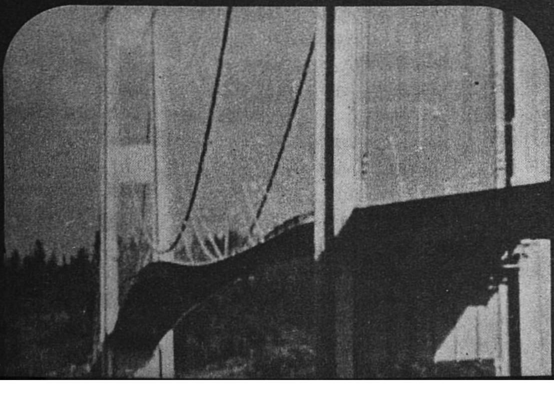
யாழின் நரம்பு அதிர்வதுபோல், இரு உச்சிகளுக்கிடையே தொங்கும் பாலமும் காற்றினால் அதிர்கின்றது. இசைக் கவட்டின் ஒரு முனையில் அடித்தால் மறு முனையில் ஏற்படும் அதிர்வு போன்று பாலத்திலும் ஏற்படாதவாறு தடுக்க, அணி வகுத்துச் செல்லும் போர் வீரர்கள் பாலத்தில் சாதாரணமாக நடந்து செல்வர். அத்தகைய அதிர்வுகள் பாலத்தை உடைக்கும் அளவிற்கு விசை அழுத்தத்தை உண்டு பண்ணக் கூடும். இவ்வரிய படங்கள் நவம்பர் 7, 1940இல் டக்கோமா (வாஷிங்டன் மாநிலம், யு. எஸ். ஏ.) பாலத்தின் முக்கிய வளைவு உடைந்ததை வரிசையாகக் காட்டுகின்றன. (1) 70 கி. மீ. (மணிக்கு 45 மைல்) வீசிய காற்று பாலத்தை அதிரச் செய்து வளைக்கின்றது. தொங்கு கம்பி நெகிழவே நிலை மோசமாகின்றது. (2 3) அதிர்வு அதிகரித்ததும் பாதை மேல் நோக்கித் திருகி (சமதளத்திலிருந்து 35) வளைகின்றது. இதை முதலில் ஒரு புறமும் பிறகு மறு புறமும் சாயும் மோட்டார் காட்டுகிறது. (4 5) அதிர்வு உச்ச நிலையை அடைந்து நடு வளைவை முற்றிலும் உடைக்கின்றது. கீழே முக்கிய வளைவு மறைந்துவிட்டது. பக்கச் சுவரின் உடைந்த பகுதியே நிற்கின்றது. வெனிஸும் இதற்குத் தக்கதோர் எடுத்துக்காட்டு. அங்கு நெடுங்காலமாக அலைகளும் நீரோட்டங்களும், அண்மையில் கப்பல்களும் விசைப் படகுகளும் உண்டு பண்ணும் அதிர்வுகள் நகரின் பண்டைய கட்டிடங்களையும் சின்னங்களையும் ஊறுபடுத்துகின்றன.

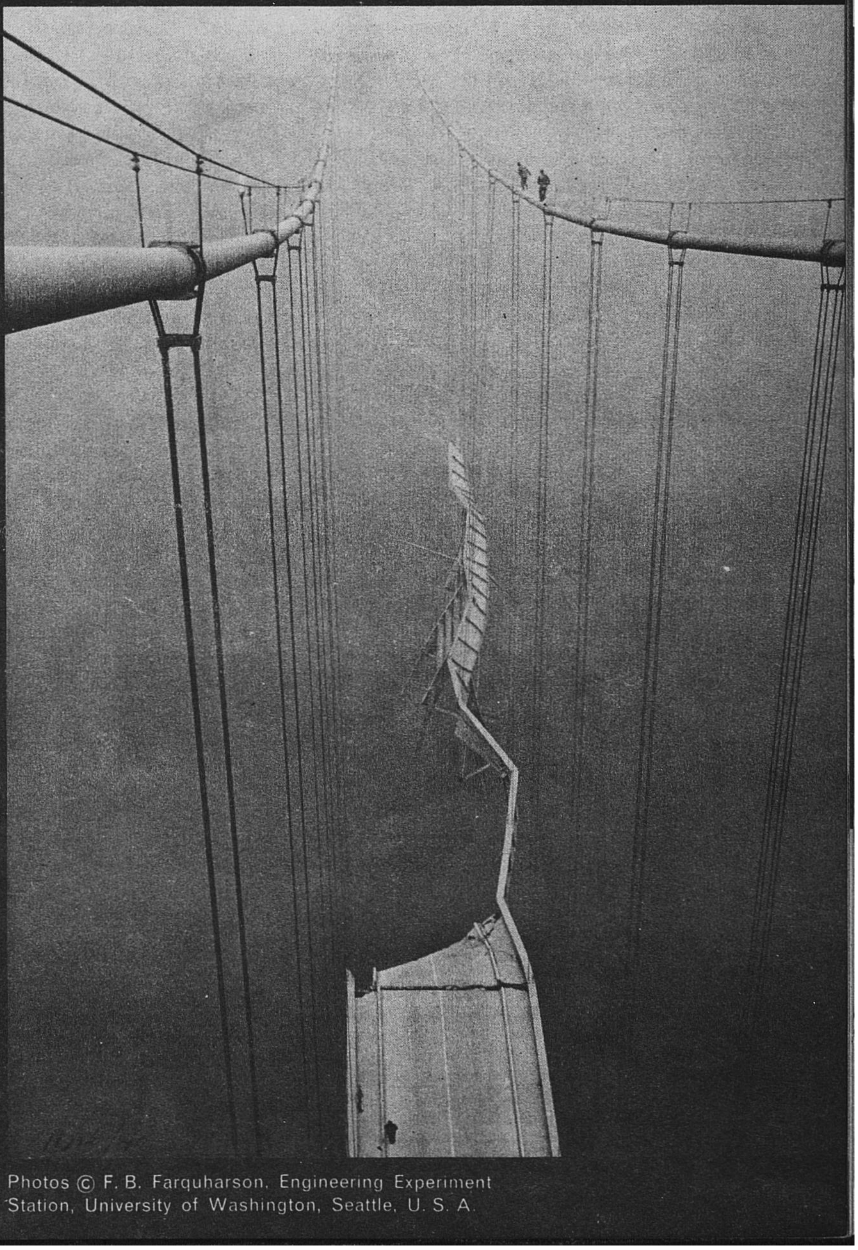

1


2


3


4


5



Photos © F. B. Farquharson, Engineering Experiment Station, University of Washington, Seattle, U. S. A.

க்வாசார் மண்டலமும் அனைத்துலகங்களின் பிறப்பும்

ஜியார்ஜி மார்க்ஸ்

பதிப்புரிமை பெற்றது © வெளியிட எவர்க்கும் உரிமையில்லை

ஒரு தெளிவான இரவில் அண்ணுந்து வானத்தைப் பார்க்கும் பொழுது, பல்லாயிரக்கணக்கான நட்சத்திரங்கள் இருண்ட வானில் ஒளி விட்டுப் பிரகாசித்துக் கொண்டிருப்பதைக் காண்கிறோம். அவைகளில் மிகப் பிரகாசமானவை சில ஆயிர ஒளி—ஆண்டுகள் (LIGHT YEARS) தூரத்தில் சாதாரண கண்களுக்கே புலப்படுகின்றன. இதற்கு மேற்பட்ட ஆயிரமடங்கு அதிகமான பல மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தூரம் வரை, இந்த நட்சத்திரங்களைத் தொலை நோக்கிகளின் உதவியோடு தெளிவாகக் காணலாம்.

இன்னும் அதிக தூரத்தில் தனித் தனி நட்சத்திரங்களைத் தெளிவாகக் காண்பது கடினம்; இருப்பினும், அவைகளை (சூரியனை ஒரு பகுதியாக கொண்ட நமது பால் மண்டலத்தைப் போலவே) ஒளி மிக்க மண்டலங்களாகக் காணலாம். இந்த மண்டலங்களில் பல கோடிக்கணக்கான நட்சத்திரங்கள் அடங்கி இருக்கின்றன. இவைகளால் உமிழப்படும் பேரொளியைப் பல ஆயிரமில்லியன் ஒளி—ஆண்டுகள் தொலைவு வரையிலும் பதிவு செய்யலாம் ஒரு நிழற்படத் தகட்டில் நாம் பதிவு செய்யும் ஒளியானது தனது பயணத்தைப் பூமியில் உயிரினம் உண்டாவதற்கு முன்பே ஆரம்பித்தது.

இருப்பினும், இம் முறையால் அண்டத்தின் ஒரு சிறு பகுதியைப் பற்றி தான் கூர்ந்தாராய முடியும். அண்டத்தின் அமைப்பு, வரலாறு ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்க நாம் காலம், தூரம் ஆகியவற்றின் ஆழத்திற்கே சென்று ஆராய வேண்டும். இப்பொழுது நாம் காண முடிகிற விண்வெளிப் பொருள்கள், நட்சத்திரங்கள், பால் மண்டலங்கள் முதலியன பத்தாயிர மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே உருவாக ஆரம்பித்தன. ஆகையால் பொருளின் படைப்பைப்பற்றி புரிந்து கொள்ள குறைந்த பட்சம் பத்தாயிர மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் உள்ள காலத்திற்கு நாம் செல்வது அவசியமாகிறது.

கோப்பர்நிக்கஸ் காலத்திற்கு முன்னர், அண்டத்தைப் பற்றி மனிதன் சாதாரண கருத்துதான் கொண்டிருந்தான். பொருள்களின் சுருக்கம் ஏற்படுவதற்கு முக்கியமாக இருந்த பூமிதான் அண்டத்தின் மையம் என்றெண்ணினன். ஆனல் கோப்பர்நிக்கஸ் பூமியை இந்த சிறப்புரிமை இடத்தில் இருந்து நீக்கிவிட்டார்.

கோப்பர்நிக்கசின் ரசிகரும், கலிலியோவின் நண்பருமான ஜியோர்டானே புருனே என்னும் நியபோலி தத்துவ நிபுணர் சம முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பல உலகங்கள் அண்டத்தினுள் அடங்கியிருக்க வேண்டும் என்ற கருத்தை முதலிலேயே கொண்டிருந்தார். அப்பொழுதிருந்தே, காலத்திலும், இடைவெளியிலும் சமமாகவும், ஒரே சீரான நெருக்கத்துடனும் பரப்பப்பட்டுள்ள பல விண்வெளிப் பொருள்களைத் தன்னிடத்தே கொண்டுள்ளது அண்டம் என்று கருதப்பட்டு வந்திருக்கிறது (இதை ஒரு சேமிப்புத் தொட்டியில் அடைக்கப்பட்டுள்ள வாயுவின் அணுத்திரள்கள் ஒரு சீரான நெருக்கத்தில் பரவியிருக்கும் தன்மைக்கு ஒப்பிடலாம்).

முதலில் நட்சத்திரங்களும், சூரியனும் அண்ட வாயுவின் அணுத்திரள்கள் எனக் கருதப்பட்டன. ஆனல் அமெரிக்க வான நூல் நிபுணரான 'எட்வின் ஹப்புள்' என்பவரின் ஆராய்ச்சிக்குப் பிறகு, பல்லாயிர மில்லியன் நட்சத்திரங்களைக்கொண்ட மண்டலத் தீவுகள் அண்ட இயலின் அணுத்திரள்கள் என்று சொல்லப்படுகின்றன.

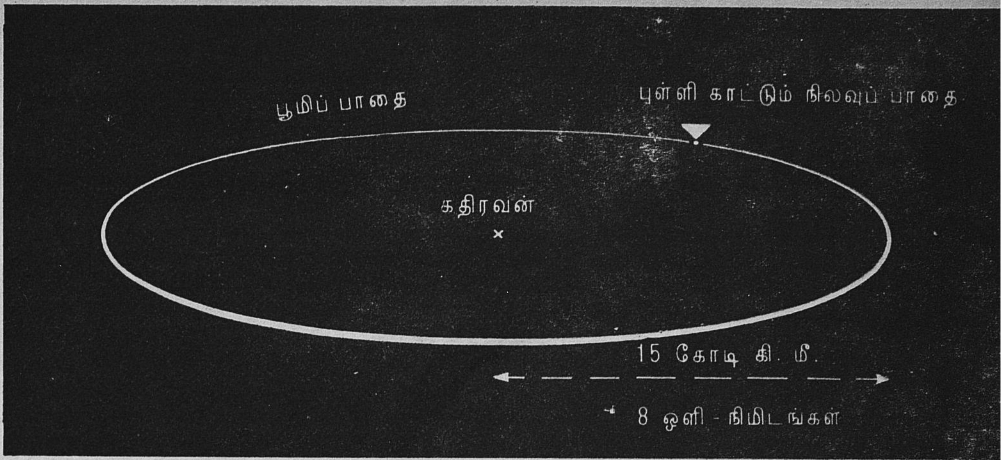
எப்படியிருப்பினும் அண்டம் அவ்வளவு எளிதாக அறிந்துகொள்ளக் கூடிய பொருள் அல்ல. பூமிக்குப் பொருந்தும் அதே பௌதிக விதிகள் விண்ணுலகிற்கும் பொருந்தும் என கலிலியோ கற்பித்தார். (பால் மண்டலங்களைத் தன்னுள் அணுத்திரள்களாகக் கொண்ட) எல்லையற்ற அளவில் பரவியுள்ள ஒரு வாயுவிற்கு, ஈர்ப்புச் சக்தி விதி முறைகளைப் பொருத்திப் பார்த்து கணக்கிட்டோமேயானல் எங்ஙனம் இந்த வாயு சம நிலையில் அல்லது அமைதி நிலையில் இருக்க முடியாது என்பது நன்கு விளங்கும். இந்த வாயு ஒன்று வேகமாகக் கவரப்படும்; அல்லது ஒதுக்கப்படும் தன்மை ஓங்கிக் காணப்படும். ஆகையால் பால் மண்டலங்களைக்கொண்ட வாயு கட்டாயமாக விரிவடைய வேண்டும்; அல்லது சுருங்க வேண்டும்.

அண்டம் பின்வாங்கிக் கொண்டிருக்கிறது என்பது 1926ஆம் ஆண்டில் °ஹப்புள் என்பவர் செய்த ஆராய்ச்சியில் இருந்து விளங்குகிறது. விண்வெளியின் ஆழத்தில் இன்னும் அதிகமான தூரத்தை நாம் காணக் காண, பால் மண்டலங்கள் அதி விரைவாக பின் வாங்கிக் கொண்டிருப்பதை அறியலாம். இந்தஆய்வு குறிப்புகள் பால் மண்டலங்கள் பின் வாங்கும் வேகத்தின் அளவு, அவைகள் நம்மிடமிருந்து இருக்கும் தூரத்தின் அளவைப் பொருத்தது என்ற ஹப்புள் அவர்களின் விதியை வலியுறுத்துவனவாக உள்ளன.

ஆயிர மில்லியன் ஒளி—ஆண்டுகள் தொலைவில் உள்ள பால் மண்டலங்கள் ஒரு நொடியில் 30,000 கிலோ மீட்டர்கள் வேகத்தில் பின் வாங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன; இது ஒளியின் வேகத்தில் பத்தில் ஒரு பங்கு வேகமாகும். இரண்டாயிர மில்லியன் ஒளி—ஆண்டுகள் தொலைவில் உள்ள மண்டலங்கள் இதைப் போல் இரட்டிப்பு வேகத்தில் பின் வாங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. அண்டம் ஒரு நிலையான மாற்றமில்லாத அமைப்பு அல்ல; காலப் போக்கில் அது மாறும் தன்மை உடைய ஒன்றே ஆகும்.

ஜியார்ஜி மார்க்ஸ் புடாபெஸ்ட் பல்கலைக் கழகத்தின் பௌதிகப் பேராசிரியரும் "ஃபிஸிக்காய் ஸெம்லே" (பௌதிக மதிப்பாய்வு) எனும் ஹங்கேரிய விஞ்ஞான ஏட்டின் ஆசிரியரும் ஆவார். கதிரியக்க அலைவிச்சுக் கோட்பாட்டாராய்ச்சிக்காக 1955 இல் ஹங்கேரிய கோஸத் பரிசு பெற்ருர். பன்னுட்டுப் பல்கலைக் கழக வானெலியில் அவர் நிகழ்த்திய ஆறு பேச்சுக்களின் பிழிவே இக்கட்டுரை.

Photo © National Geographic Society-
Palomar University, California



800 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முந்திய செய்திகள்

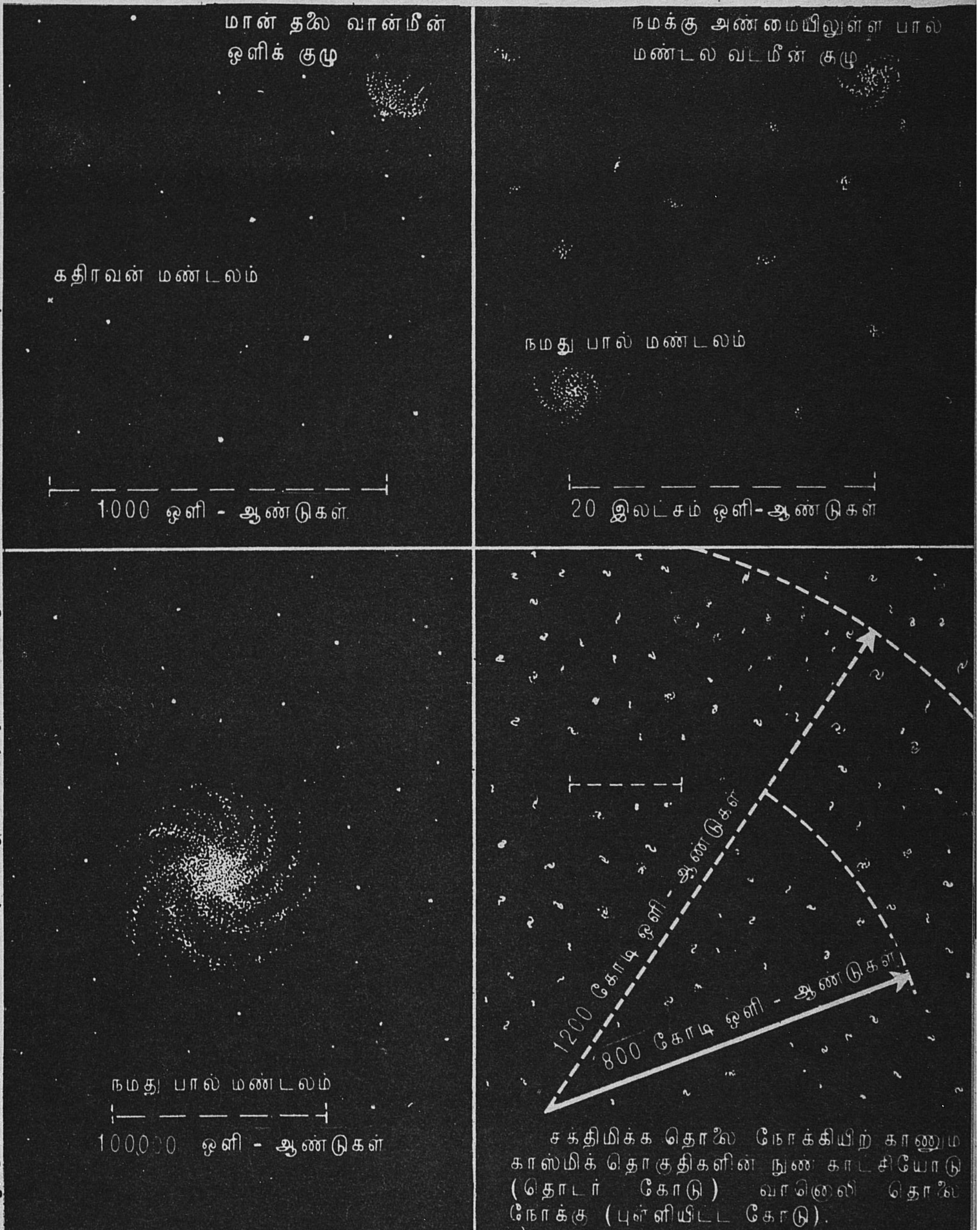
"நேச்சர்" எனும் ஆங்கிலப் பத்திரிகையின் மார்ச், 1963 இதழில் ஆஸ்திரேலிய அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் இப்போது 'க்வாசார்' எனப்படும் விண்மீன் அனைய கோள்களைக் கண்டுபிடித்ததைப் பற்றி நான்கு கட்டுரைகள் வரைந்தனர். அன்றிலிருந்து வானவியலில் ஒரு புதுப்பிரிவு தொடங்கியது எனலாம். இப்போது க்வாசாரைப் பற்றிய அறிவு வளர்ந்து வருகிறது. மேலே இடப்புறம், ஆற்றல்மிகு தொலை நோக்கியில் தோன்றும் நுண்ணிய ஒளிப் புள்ளியாகிய க்வாசார் 3-C-9 (அம்புக்குறி) 800 கோடி ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு (வினாடிக்கு 300,000 கி.மீ வேகத்தில்) உலகை வந்தடையும் அதன் ஒளி நமது விண்மீன் மண்டலப் பிறப்பைப் போன்ற நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றி திரும்பவும் ஆய விஞ்ஞானிகளுக்கு உதவுகின்றது.

இவ்வாறாக காலப் போக்கில் உரு மாறிக் கொண்டிருக்கும் அண்டத்தில் வாழ்ந்து கொண்டிருக்கும் நாம், கடந்தகால, எதிர்கால நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றி யூகித்தறிவதைத் தவிர வேறு வழியில்லை. அண்டம் விரிவடையும் தன்மையும், மண்டலங்கள் பின் வாங்குவதும் எவ்வளவு நாட்கள் நீடிக்கும். கணக்கற்ற காலம் நீடிக்குமேயானால், மண்டலங்களின் இடைவெளி மிக அதிகமாகி ஒன்றின் ஒளி (இதுவரை அதனருகில் இருந்த) மற்றொன்றிற்குக் கூட எட்டாமல் போய்விடக் கூடும். அப்படியானால், 'பால்வழி' எனப்படும் நமது மண்டலமும் தனித்தீவு போல வெற்றிடத்தில் மிதக்க வேண்டியதுதானா?

கடந்த காலத்தைக் கவனிப்போமேயானால், மண்டலங்கள் யாவும் ஒன்றையொன்று நெருங்கிச் சென்று கொண்டிருந்திருக்க வேண்டும். சுமார் பத்தாயிர மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் அண்டத்தின் பொருள்கள் யாவும் மிக நெருக்கமான நிலையில் சுருங்கி இருந்திருக்க வேண்டும். அத்தகைய மிக நெருக்கமான நிலையிலிருந்துதான், பிறகு (வெடித்து சிதறுவதைப் போல) விரிவடைந்து பொருள்கள் விலகி யிருக்கவேண்டும்.

பல வானிலை ஆராய்ச்சியாளர்கள் ப்ரீட்மென் கணிப்புகளை ஆதாரமாகக் கொண்டும், பொருள்கள் முதலில் மிக நெருக்கமான நிலையில் இருந்திருக்க வேண்டும் என்ற விதியை அனுசரித்தும்தான் இப்பொழுது அண்டத்தில் காணப்படும் பல நிலைகளுக்குக் காரணம் கற்பித்துக் கொண்டிருக்கின்றனர். இன்னும் சிலர் அவ்வளவு பின்நோக்கிச் சென்று கணக்கிடும்பொழுது, கவனக்குறைவால் கணக்கில் விடுபடக் கூடிய சிறிய நிகழ்ச்சிகளின் காரணமாக பிழை ஏற்படக்கூடும் என்பதால், எந்த ஒரு முடிவான கருத்தையும் தெரிவிக்காதவர்களாக இருக்கிறார்கள்.

இத்தகைய யூகங்களுக்கு இடையில்தான் முதன் முதலில் கிடைத்த ஆதாரமாக 1965—66ஆம் ஆண்டில், விண்வெளி ஆழத்திலிருந்து வரும்



சக்திமிக்க தொலை நோக்கியிற் காணும் காஸ்மிக் தொகுதிகளின் நுண் காட்சியோடு (தொடர் கோடு) வானொலி தொலை நோக்கு (புள்ளியிட்ட கோடு).

Drawings © from "A l'Affût des Etoiles" (Tracking the Stars) by Pierre Bourge and Jean Lacroix, Editions Dunod, Paris.

வானொலி அலைகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன.

மெட்ரிக் அலைகள் எல்லைவரையிலும் அதற்கு மேலும், வானொலி அலைகள், பால் மண்டலங்களிலிருந்தும் இதர விண்வெளி கோள்களிலிருந்து வெளிப்படுவதை நாம் தெளிவாக கண்டறியலாம். மில்லிமெட்ரிக் அலை எல்லையில், வானொலி அலைகள், நம்மைச் சுற்றியுள்ள காற்று மண்டலத்திலிருந்தும் அயான் மண்டலத்திலிருந்தும் வெளிப்பட ஆரம்பிக்கின்றன. ஆனால் இரண்டிற்கும் இடையிலுள்ள சென்டி மெட்ரிக் எல்லையில் அமைதி நிலவியது.

இந்த அமைதி நிலவும் பரப்பை அதிகமாக நெருங்கி ஆராயும்பொழுது அங்கு குறைந்த அளவில் வெப்பக்கதிர்கள் இயங்கிக் கொண்டிருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இத்தகைய சம்பந்தமில்லாத வெப்பம், தெரிந்த எந்த விண்வெளி பொருளிலிருந்தோ அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட வானப் பகுதியிலிருந்தோ உண்டாவதாக தெரியவில்லை. இது அண்ட முழுவதிலும் ஒரே சீரான முறையில், எல்லா திசைகளிலும் ஒரே மாதிரியாகவும் ஒலித்துக் கொண்டிருக்கும் ஒரு பின்னணி இரைச்சலாகும். இது மூன்று ஆப்சல்யூட்டிகிரிகளுக்கும், 0 டிகிரி, சென்டி கிரேடை விட 270 டிகிரி குறைவான வெப்பத்திற்கும் சமமாகும்.

இந்த பின்னணி வெப்பக்கதிரியக்கம் குறைந்த அளவு வானொலி இரைச்சலாக நமக்குத் தெரிகிறது; ஆனால் இது ஒரே சீராக அண்டம் முழுவதும் வியாபித்திருக்கிறது என்பதைக் கவனிக்கும் பொழுதுதான் அது முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என்பது நமக்கு விளங்கும். அண்டத்திலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் போல ஆயிர மில்லியன் மடங்கு அதிகமான ஃபோட்டான்கள் அதிலிருக்கின்றன. வெப்பக் கதிரியக்கத்தின் ஆற்றலின் தொகுப்பு எல்லா நட்சத்திரங்களிலிருந்தும் உமிழப்படும் ஒளியைக் காட்டிலும் நூறாயிர மடங்கு அதிகமானதாகும்.

கடந்த காலத்தில் அண்டமானது மிகச் சிறிய கன அளவு இடத்தைத்தான் அடைத்துக் கொண்டிருந்தது என்று கணக்கிட்டோமேயானால், காலத்தில் அதிகமாக பின்நோக்கிச் செல்லச் செல்ல, வெப்பக்கதிரியக்கமும் வெப்பமும் மிகுந்திருந்ததைக் காண்கிறோம். இன்று வெப்ப அளவு 3 ஆப்சல்யூட் டிகிரி என்றால் 5 ஆயிர மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் வெப்ப அளவு 6 ஆப்சல்யூட் டிகிரியாகவும், 7 ஆயிர மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் 30 ஆப்சல்யூட் டிகிரியாகவும் இருந்திருக்க வேண்டும்.

விண்வெளியில் இவ்வளவு அதிக எண்ணிக்கை ஃபோட்டான்கள் இருக்க ஒரே ஒரு விளக்கம்தான் கூற முடியும். பத்தாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், அண்டம் விரிவடைய ஆரம்பிக்கும் காலத்தில், மிகவும் நெருக்கமாகவும், அதிக வெப்பமாகவும் இருந்த பொருளின் நடுவில் அவைகள் உண்டாகி இருக்க வேண்டும்.

இந்த ஆரம்ப இடத்திலிருந்து வெப்பக் கதிரியக்கம் அதிக கன அளவு இடத்திற்குப் பரவ பரவ, வெப்பத்தின் அளவு குறைகிறது. இன்றைய 3 ஆப்சல்யூட் டிகிரி வெப்ப நிலையிலுள்ள கதிரியக்கத்தைக் காணும்போது, அண்டம் விரிவடைவதற்கு ஆரம்பமாக இருந்த இடம் ஐயப்பாட்டிற்கு இடமில்லாமல் மில்லியன் டிகிரிகளுக்கு மேற்பட்ட வெப்பமுடையதாகவும், அணுப்பொருள்களுக்கு மேற்பட்ட கதிரியக்கத்தை உடையதாகவும் இருந்திருக்க வேண்டும் என்று தெரிகிறது.

ஜெல்டோவிட்ச் என்பவரின் கணக்கின்படி, அண்டம் பரவ ஆரம்பித்த முதல் நொடியிலேயே வெப்பம் பத்தாயிரம் மில்லியன் டிகிரிக்கு இறங்கிவிட்டது; முதல் நிமிட முடிவில் சில மில்லியன் டிகிரிக்கு இறங்கி விட்டது. இந்த இடத்தில் முதல் அணுக்கரு உருவாக ஆரம்பித்ததும் மூலப்பொருள் ஆதிக்கமும் ஆரம்பித்தது. முதல் பத்து மில்லியன் ஆண்டுகளில் வெப்பம் நாலாயிரம் டிகிரிகளுக்கு இறங்கியது; அப்பொழுது, அயான்களைக் கொண்ட பிளாஸ்மாவில் பொதுநிலை அணுக்கள் (அதாவது எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டவை) உருவாக முடிந்தது.

அதன் பின்னர் வாயுக்கள் நிறைந்த எண்ணற்ற மேகங்கள் உருவாக முடிந்தது. அத்தகைய மேகம் ஒவ்வொன்றும் ஒரு கோள் மண்டலத்திற்கு மூலமாக இருந்தது. இங்ஙனம் இன்று நாம் அறிந்துள்ள நிலைக்கு அண்டம் படிப்படியாக வந்தடைந்தது. நாமும் சந்தேகமான யூகங்களிலிருந்து, விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி ரீதியான உண்மைகளை அறிந்துகொண்டோம்.

3 ஆப்சல்யூட் டிகிரியில் எஞ்சியிருக்கும் வெப்பக்கதிரியக்கம் அணுக்களும் மண்டலங்களும் ஏற்பட்ட விதத்தைப் பற்றி ஒரு குழப்பமான கருத்தைதான் கொடுக்கிறது. தற்கால அணு ஆற்றல் பொருளின் நிலையிலிருந்தும் தெளிவான விளக்கம் கிடைப்பதில்லை.

இன்றைய அண்டத்தில், பளுமிக்க தனிமப் பொருள்கள் தொடர்ந்து உற்பத்தியாகிக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆகையால், அதிலிருந்து, முதலில் இருந்த தனிப்பொருளின் விகிதாசாரத்தையும், இதிலிருந்து ஆரம்பத்தில் நிலவிய நெருக்கத்தையும் வெப்பத்தையும் கணக்கிடுவது மிகக் கடினமாகும். ஆகையால்தான் அண்டத்தின் ஆரம்பக் கட்டத்தைப் பற்றிய சரியான தகவல்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுவது, வானிலை ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு மிகுந்த உதவியாக இருக்கும்.

உண்மையில், அண்டத்தின் அமைப்பைக் கண்டுபிடிக்க நாம் விண்வெளியிலும், காலத்திலும், நெடுந்தொலைவு செல்ல வேண்டியிருப்பதால் நமக்கு நட்சத்திரங்களைக் காட்டிலும் மில்லியன் முறை பிரகாசமாகவும், மண்டலங்களை விட நூறு மடங்கு ஒளியுடையதாகவும்,, வெகு தொலைவிற்குத் தெரியக் கூடியதாகவும் உள்ள பல ஒளிப் பிழம்புகள் தேவைப்படுகின்றன.

நிகழும் பத்தாண்டு காலத்தின் முற்பகுதியில் இத்தகைய ஒளிப்பிழம்புகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டதாக வானிலை ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகிறார்கள். இந்த ஒளிப் பிழம்பான நட்சத்திரங்களுக்கு 'க்வாசார்கள்' எனப் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. இந்த வார்த்தை 'க்வாசி—ஸ்டெல்லார்' என்ற சொற்றொடரின் சுருக்கமாகும். இவைகள் முதலில் நட்சத்திரங்களென தப்பாகக் கருதப்பட்டன. ஆனால் உண்மையில் அவை ஒருவகை கோள் மண்டலங்களே யாகும்.

ரேடியோ தொலை நோக்கியாலும் சாதாரண தொலை நோக்கியைக் கொண்டும், இந்த க்வாசார் 3—C—9 என்னும் ஒளி பிழம்பைக் காண முடியும். இவைகளிலிருந்து வெளிப்படும் வண்ண ஒளிப்பட்டையின் கதிர்கள் நீண்ட அலைவரிசையின் பக்கமாக 215 சதவிகிதம் தள்ளப்பட்டிருக்கும். இதற்கு சிவப்பு ஷிப்டு எனப் பெயர். இது மண்டலங்கள் பின்வாங்கும் வேகத்தினால் ஏற்பட்டதென்றால், இந்த வேகமும் தூரத்திற்குத் தகுந்தாற் போல் உள்ளதென்றால் (அதாவது அண்டம் விரிவடைந்து கொண்டிருப்பது 'உண்மையென்றால்) இந்த சிவப்பு ஷிப்டு, ஒரு நொடியில் 240,000 கி. மீட்டர்கள் அளவு பின்வாங்கும் வேகத்தையும்; எட்டாயிர மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தூரத்தையும் குறிக்கிறது.

இந்த ஒளிப் பிழம்புகள் உமிழும் ஒளி அல்லது வெப்பக் கதிரியக்க ஆற்றல் மிக அதிக தூரத்திற்குத் தெரியுமளவுக்கு இருக்கிறது என்பதுதான் வியப்புக்குரிய ஒன்று. மேலும், அவைகள் வெளிப்படுத்தும் சக்தி, சூரிய ஒளியைக் காட்டிலும் மில்லியன் முறை அதிகமானதாகும்.

இந்த தூரத்திற்கு மேல் உள்ள பொருள்கள் மிக வெளுத்திருப்பதால், அவைகளின் 'சிவப்பு ஷிப்டு' அளவைக் கண்டுபிடிப்பதோ, அல்லது தொலை நோக்கியால் ஆராய்வதோ இயலாத காரியமாகிறது. ஆனால் க்வாசார் 3—C—9 லிருந்து ஒளியானது எட்டாயிர மில்லியன் ஆண்டுகளாக பயணம் செய்து கொண்டிருக்கிறது என்பதைத்தான் எட்டாயிர மில்லியன் ஒளி—ஆண்டுகள் என்கிறோம். ஆகையால் இந்த க்வாசாரைப் பார்ப்பது, எட்டாயிர மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இருந்த கடந்த காலத்தைக் காண்பதற்கும் அண்ட வரலாற்றில், 80 சதவிகிதத்தைப் பற்றி அறிந்து கொண்டதற்கும் இணையாகும்.

சாதாரண கண்களால் ஆராய்வதற்குத் தற்போது எட்டாயிர மில்லியன் ஒளி—ஆண்டுகள்தான் எல்லைபோல் காணப்பட்டாலும், ரேடியோ—வானிலை ஆராய்ச்சி மூலம், இன்னும் அதிக தூரம் காண முடியும். உண்மையில், இதே போன்ற க்வாசார்களும், 3—C—9ஐ விட குறைவான ஒளியுடையவைகளும் ரேடியோ தொலை நோக்கிகளால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவைகள் ஒன்பதாயிர மில்லியன் ஒளி—ஆண்டுகள் தொலைவில் இருப்பதால், ரேடியோ தொலை நோக்கிகளின் எல்லையும் ஒன்பதாயிரம் மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகளாக இருக்க வேண்டும்.

போர்டோரிக்கோவில் உள்ள அரிசிபோ என்ற இடத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள புது ராட்சத ரேடியோ—தொலை நோக்கியால் இன்னும்

(தொடர்ச்சி 41ஆம் பக்கம் பார்க்க)

சிலந்தியின் கூடு-அரியதொரு கட்டட அமைப்பு

சிலந்தி கூடு கட்டும் அரிய முறையை அமைப்புப் பொறியாளர் படிப்படியாக விளக்குகிறுர்

பெர்ட் இ. டக்டேல்

பதிப்புரிமை பெற்றது © வெளியிட எவர்க்கும் உரிமையில்லை

1942 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் திங்கள் ஒருநாள் காலை நியூஜெர்சியில் ஃபேசன் ஏரிக்கரையில் நான் பல ஆண்டுகள் காத்திருந்த, ஆனுல் காணுத ஒருவாய்ப்பினைப் பெற்றேன். அப்போது தான் ஒரு சிலந்தி தனது கூட்டின் ஆதார இழைகளை அமைத்திருந்தது. சிலந்தி கூடு கட்டும் முறையைப் படிப் படியாக ஆய அதுவே தக்க தறுவாய் எனக் கண்டு, கூடு முடியும் வரை கவனமாக வரைவதற்கென வரை பலகை, தாள், எழுதுகோல், ஆறடிக் கோல் எல்லாம் எடுத்துக் கொண்டு சிலந்திக் கூட்டின் அருகில் நாற்காலியில் அமர்ந்தேன்.

சிலந்தி தனது கூட்டில் புதிய இழைகளைக் கட்டக் கட்ட நானும் அவற்றை முறைப்படியே வரைந்து வந்தேன். நான் விரைவாக வரைந்து கொண்டிருந்ததால் அதன் அமைப்புத் திறத்தை நுணுகி ஆய முடியவில்லை. நானும் சிலந்தியும் எங்கள் வேலை முடிந்ததும் அவரவர் அலுவலைக் கவனிக்கச் சென்ருேம். நான் வரைந்த படம் இறுதியில் பிற தாள்களுடன் எனது அறையில் போய்ச் சேர்ந்தது.

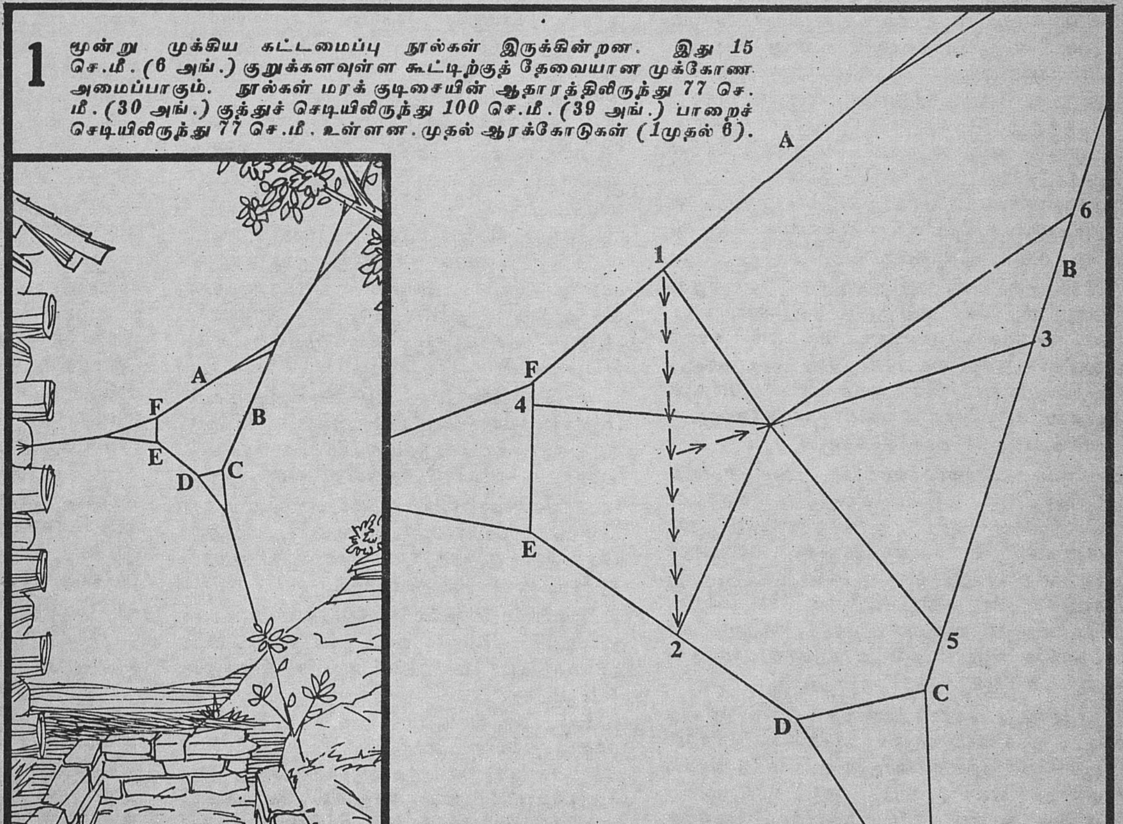
23 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு பிற தாள்களைப் பார்க்கும்போது அதை ஆவலுடன் கண்டெடுத்தேன். அச் சிலந்தி தனது கூட்டை அமைத்த முறையைப் படிப்படியாக வெவ்வேறு தாள்களில் வரைந்தேன். அப்போது தான், முதனிலைப் படிவம்போல் மிக நுணுக்கமாகத் திட்டமிடப் பெற்ற அவ்வமைப்பின் சிறப்பு விளங்கியது.

பெர்ட் இ. டக்டேல் ஓய்வுபெற்ற அமெரிக்க அமைப்புப் பொறியாளர். இளம் வயதிலே சிலந்திகளில் அக்கறை காட்டிய இவர் பொறியாளரானபின் கூடுகட்டும் சிலந்தியும் வீடுகட்டும் பொறியாளரும் தீர்க்கவேண்டிய ஒரே வகையான சிக்கல்களைக் கண்டு வியந்தார். இதனுல் சிலந்தி கூடுகட்டுவதை வருந்திக் கவனித்தார். இவரது கட்டுரை முதலில் அமெரிக்க இயற்கைவள ஆய்வுநூல் பொருட்காட்சிசாலையின் ஏடாகிய "நேச்சுரல் ஹிஸ்டரி" (நியூயார்க், மார்ச் 1969)-யில் வெளிவந்தது.

சிலந்திக் கூட்டின் நான்கு நிலைகள்

இயற்கையின் சிறந்த நெசவாளர்களான சிலந்திகள் பறக்கும் பூச்சிகளையும் பிற இரைகளையும் பிடிக்கக் கூடிய இடத்தில் தமது பட்டு வலைகளை விரிக்கின்றன. இங்கு ஒரு பொறியாளர் தமது தோட்டத்தில் கூடு கட்டிய சிலந்தி பயன்படுத்திய நான்கு நிலைத் திட்டத்தைப் படிப்படியாக விளக்குகிருர். வலப்புறப் படம், சிலந்தி மரக்குடிசை, குத்துச் செடி, பாறைச் செடி ஆகியவற்றை ஆதாரமாகக் கொண்டு கூடு கட்டிய தோட்டத்தைக் காட்டுகிறது.

Drawings © by the author

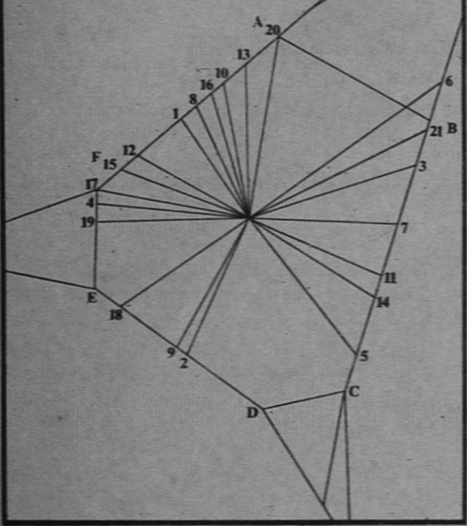


1 மூன்று முக்கிய கட்டமைப்பு நூல்கள் இருக்கின்றன. இது 15 செ.மீ. (6 அங்.) குறுக்களவுள்ள கூட்டிற்குத் தேவையான முக்கோண அமைப்பாகும். நூல்கள் மரக் குடிசையின் ஆதாரத்திலிருந்து 77 செ.மீ. (30 அங்.) குத்துச் செடியிலிருந்து 100 செ.மீ. (39 அங்.) பாறைச் செடியிலிருந்து 77 செ.மீ. உள்ளன. முதல் ஆரக்கோடுகள் (1முதல் 6).

இரண்டாவது நிலை

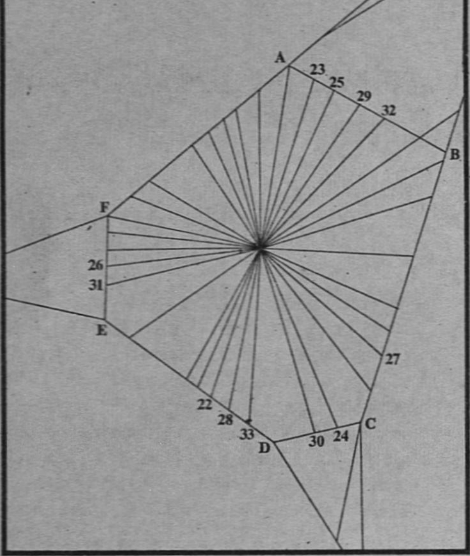
2

15 புதிய ஆர ஆதாரங்கள் (7 முதல் 21) கட்டப் பெற்றுள்ளன. A. B. கோட்டினுல் அமைப்பு முழுமையடைகின்றது.



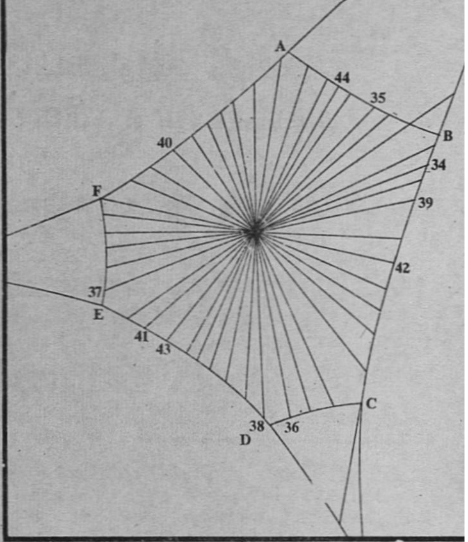
3

இன்னும் 12 ஆர ஆதாரங்கள் (22முதல்33) அமைக்கப்பெற்று விட்டன.



4

10 இறுதி ஆரங்கள் (34 முதல் 44) கட்டப் பெற்றதும் ஆரக்கோடுகள் (மொத்தம் 44) முடிவடைந்து விட்டன.



வடிவியல் நுட்ப உணர்வுத் திறம்

முன் பக்கப் படம் எனது மரக் குடிசை அருகில் சிலந்தி கூடு கட்டிய இடத்தைக் காட்டுகிறது. கோடை விடுமுறையில் இயற்கை எழிலைப் பருகுவோரின் குடிசைகளுள் எனது குடிசையும் ஒன்ருகும். குடிசையின் ஓரத்திலிருந்து 6 அடி தொலைவில் ஒரு பாறை இருந்தது. அதன் பிளவில் முளைத்திருந்த ஒரு குத்துச் செடியின் கிளை குடிசையை நோக்கி நீண்டிருந்தது. குடிசைக்கும் பாறைக்கும் இடையில் அப்பருவத்திற்கேற்ற பலவகை காட்டு மலர்கள் பூத்திருந்தன.

குடிசையின் இறவாரம் அளித்த பாதுகாப்பு, ஓரத்தில் நீண்டிருந்த கட்டைகள், குடிசைக்கும் மலர்ப் பாத்திக்கும் இடையிலிருந்த பாதை, பாறைக்குச் செல்லும் கல் படிகள் எல்லாம் சிலந்தி கூடு கட்டுவதற்கு வசதியாக அமைந்திருந்தன.

பல ஆண்டுகளாகப் பல முறை இதே இடத்தில் சிலந்திக் கூடுகள் செங்குத்தாகத் தொங்குவதைக் கண்டிருக்கிறேன். பல வகை சிலந்திகள் இங்கு பல நிலைகளில் கூடு கட்டுவதையும் பார்த்திருக்கிறேன். விறகு கொண்டு வரும்போது பல முறை என்னை அறியாமல் அவற்றை அழித்துமிருக்கிறேன்.

அன்று காலை குடிசையருகில் வீசிய காற்றின் போக்கும், பூக்களை நாடும் பூச்சிகள் நேராக வந்து வலையில் விழும் என்ற எண்ணமும் ஒரு சிலந்தியை அங்கு தனது பட்டு வலையைப் பின்ன உந்தியிருக்கலாம்.

வட அமெரிக்காவில் பல பகுதிகளில் காணப்படும் அந்த சாம்பல் நிறச் சிலந்தி கால் அங்குல நீளம் இருந்தது. அதன் அடிவயிற்றில் முட்கள் போன்ற உறுப்புகளும் நூலிழை உருவாக்கும் இரு உறுப்புகளும் இருந்தன. சிலந்திகள் இவ்வுறுப்புகளிலிருந்தே பட்டுப் போன்ற நூலிழைகளை உருவாக்குகின்றன.

கூடு முழுவதையும் கட்ட $2\frac{1}{2}$ மணி நேரமானது. கீழே தரப்பட்டுள்ள நான்கு நிலைகளில் அது கட்டப் பெற்றது.

முதல் நிலை : கூடு முதல்ல் காணப் பட்ட நிலையைக் காட்டுகிறது. ஏறக் குறைய 6 அங்குல விட்டமுள்ள கூட்டிற்கு முக்கோண வடிவமுள்ள ஆதார அமைப்பும் மையமும் கட்டப் பெற்றுள்ளன.

2ஆம் நிலை : கூட்டு மையத்தையும் ஆதார அமைப்பையும் இணைக்கும் ஆர நூல்கள் கட்டி முடிக்கப் பெற்றுவிட்டன (படங்கள் 2 முதல் 4 வரை).

மூன்ரும் நிலை : மையத்திலிருந்து வெளி அமைப்பை நோக்கி விரிந்து செல்லும் தற்காலிக சுருள்வட்ட சாரக் கட்டைக் கட்டுதல் (படம் 5).

நான்காம் நிலை : ஒட்டும் தன்மையுடைய சுருள் வட்டக் கூட்டை அமைத்து சாரக்கட்டை நீக்குதல் (படம் 6).

முதல் நிலை :

(படம் 1) நான் முதலில் கூட்டைப் பார்த்தபோது; மூன்று முக்கிய ஆதார நூல்களும் C-D, E-F ஆகிய குறுக்கு நூல்களும் இருந்தன. இவ்வமைப்பு BCDEFA எனும் பலகோண வடிவில் இருந்தது (AB எனும் இழை பிறகு தான் கட்டப்பெற்றது).

சிலந்தி முக்கிய கட்டமைப்பு நூல்களில் மேலும் கீழும் சென்று ஒவ்வொரு முறையும் அவற்றுடன் புதிய இழைகளை முறுக்கு வலுப்படுத்தியது. இம்முறுக்கிழைகள் விரிந்து சென்று ஆதாரங்களில் கூட்டைப் பல இழைகளினுல் கட்டின (இது மனிதர் பெரிய தொங்கு பாலத்தின் கம்பிகளை ஆதாரத்துடன் இணைப்பதைக் போலிலிருக்கின்றது).

இப்போது சிலந்தி கூட்டின் மையத்தை அமைக்கத் தொடங்கியது (படம் 1). முதலில் AF-இல் 1இல் ஒரு நூலை இணைத்து, Fஇன் வழியாக ED ஐ நோக்கிச் சென்று 2இல் அதன் மறு முனையைப் பிணைத்தது. விரைவாக இழைகளை உருவாக்கி அதை நன்கு பிணைத்தது.

பிறகு அவ்வழியே சென்று 1க்கும் 2க்கும் இடையே மற்ருெரு நூலின் ஒரு முனையை இணைத்தது. வேருெரு நூலைப் பின்னி 2இன் வழியாகச் சென்று DC, CB கோட்டை அமைத்து அங்கு 3இல் மறுமுனையை இணைத்தது.

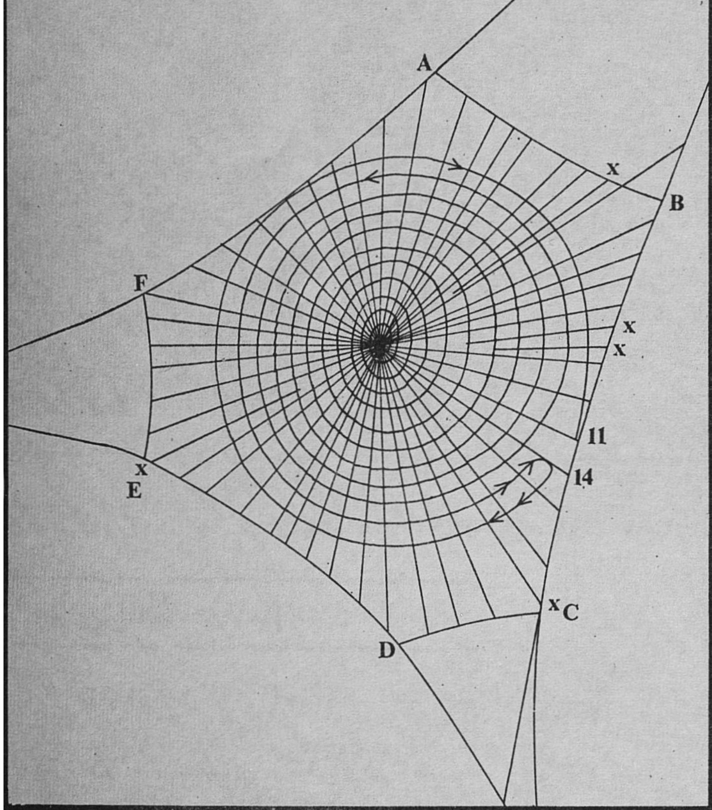
இப்போது நூலை இறுக்கி இழுத்துக் கட்டியது. இவ்வாறு கட்டியதால் 1, 2, 3 ஆரக் கோடுகள் படம் 1இல் காட்டியதுபோல் அமைக்கப்பட்டன. இம்மூன்று ஆரக் கோடுகளும் சேரும் இடத்தில் கூட்டின் மையம் அமைந்தது. 4, 5, 6 ஆரங்களும் மையத்தை உறுதிப்படுத்தின.

1 முதல் 6 வரை ஆரங்கள் அமைக்கப்பட்ட கூட்டின் அமைப்பு முற்றிலும் செங்குத்தாக அமையவில்லை. 15

மூன்றாவது நிலை

5

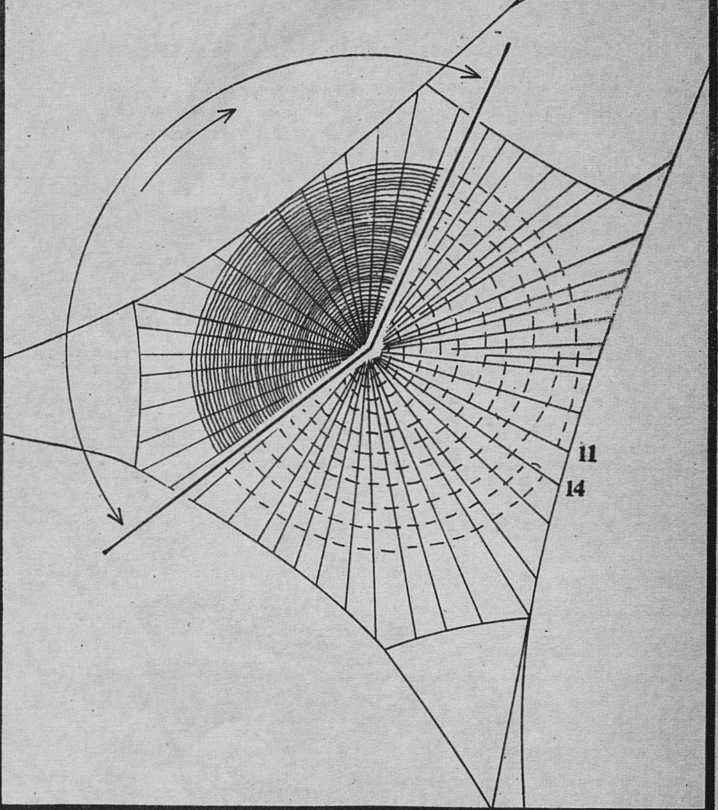
மையத்திலிருந்து இடச்சுழியாக ஒரு சுருள் சாரத்தை சிலந்தி கட்டியுள்ளது. இது நான்காவது நிலையில் நீக்கப்படும். "×" குறியிடப்பெற்றவை சாரம் கட்டத் துணை செய்த அரைகுறையான ஆரங்களாகும். சிலந்தி 14-வது ஆரத்தின் புற எல்லையை அடைந்ததும் திரும்பி ஒரு வட்டம் சுற்றி 11-வது ஆரத்தில் சாரத்தை முடித்தது.



நான்காவது நிலை

6

சாரம் முடிந்ததும் சிலந்தி இரை பிடிக்க உதவும் ஒட்டும் வலையை அமைக்கிறது. வெளிப்புறமிருந்து வலச்சுழியாகத் தொடங்கும் கூடு 17 செ.மீ. (6½ அங்) விட்டமுள்ளது. பிறகு சிலந்தி, மையத்தில் தான் இருபுறமும் செல்லக்கூடிய ஒரு துளை செய்கிறது. பின் இரை அகப்பட்டுவிட்டது என்பதை அறிவிக்கும் அதிர்வுகளுக்காகக் காத்திருக்கின்றது.



டிகிரி சாய்ந்திருந்தது. மேல் பக்கம் எனக்கு எதிர்ப்புறம் சாய்ந்திருந்தது.

எப்பக்கம் சிலந்தி கூடு கட்டும் என்று எனக்குத் திட்டமாகத் தெரியவில்லை. வெயில் முகத்தில் படாதவாறு நான் அமர்ந்திருந்ததால், எதிர்ப்பக்கத்தில் சிலந்தி கூடு கட்டுவதைப் பார்த்து படம் வரைந்தேன். இது நல்வாய்ப்பாக இருந்தது. ஏனெனில் கூடு கட்டும்போது சிலந்தியின் வயிறு, கால்கள், தாடைகள், இழை உருவாக்கும் உறுப்புகள் அனைத்தையும் அருகில் பார்க்கும் வாய்ப்பு கிடைத்தது.

கூட்டின் மையத்தை அமைத்த பிறகு சிலந்தி இரண்டாம் நிலையைத் தொடங்கியது.

இரண்டாம் நிலை :

(படங்கள் 2 முதல் 4) மையத்தையும் சுற்றியுள்ள பல அமைப்புக் கோடுகளையும் இணைக்கும்ஆரக் கோடுகள் இப்போது கட்டப்பெற்றன.

சிலந்தி தொடக்கத்தில் செய்தது போலவே இப்போதும் ஆரக்கோடுகளைக் கட்டியது. ஆனால் அவை ஒவ்வொன்றையும் மையத்தில் இணைத்து பிறகு சுற்றியுள்ள அமைப்பில் குறிப்பிட்ட இடத்தில் கட்டியது. சிலந்தி தனது பின் காலை மேலே தூக்கி புதிய நூல் ஏற்கெனவே உள்ள நூலில் சிக்காதவாறு திறமையுடன் தடுத்து வந்தது. அது செங்குத்தான கூட்டின் கீழ் புறமிருந்து வேலை செய்தது, வசதியாக இருந்தது. ஏனெனில், புவியீர்ப்பு அதன் உடலையும் புதிய இழையையும் கூட்டின் மட்டத்திலிருந்து இழுத்தது.

வாசகர் ஆரங்களை முதல் மூன்று தொடக்க கோடுகளிலிருந்து எண் வரிசைப்படி பார்ப்பாரென்றால், ஓர் ஆரத்திற்குப் பிறகு அதன் பக்கத்தில் உடனே மற்றோர் ஆரம் கட்டப்பெறவில்லை என்பதையும், அமைப்பின் விறைப்பைச் சமப்படுத்தவும் மையத்தை நிலைப்படுத்தவும் தொலைவிலே ஆரங்கள் அமைக்கப் பெற்றன என்பதையும் கண்டு வியப்பார். அவை இவ்வாறு அமைக்கப் பெறவில்லையெனில், நூல்கள் நெகிழும் தன்மையுடையனவாகையால் மையம் நகர்ந்து கொண்டு போகும். கூட்டின் பல கோண வடிவமும் மாறிவிடும்.

1 முதல் *3* படங்களும் கட்டமைப்பு நூல்களை நேர்கோடுகளாகக் காட்டுகின்றன. உண்மையில் அவை அவ்வாறில்லை. ஆரங்கள் அவற்றுடன் இணைக்கப்பட்டபோது அதன் விளைவாக அவை வளைந்து காணப்பட்டன. படத்தின் வசதிக்காக எல்லா ஆரங்களும் இணைக்கப்படும் வரை அவற்றை நேர் கோடுகளாகக் காட்டியிருக்கிறேன்.

20, 21ஆவது ஆரங்கள் கட்டப்பெற்ற போதும் Aக்கும் Bக்கும் குறுக்கே நூல் அமைக்கப்படவில்லை. சிலந்தி 21ஆவது ஆரத்தைக் கட்டியதும், தயக்கமின்றி அதன் வழியாக கீழே சென்று 20இன் வழியாக மேலே போய் AB எனும் குறுக்கு நூலை அமைத்து 6ஆவது ஆரத்தில் இணைத்தது. ABCDEF எனும் பலகோணம் இப்போது முடிந்து விட்டது. பிற ஆரங்கள் AB உடன் இணைக்கப்படலாம்.

சிலந்தி ஆரங்களை ஒழுங்காக அமைத்தபோது ஒரேயொரு முறைதான் புதிய ஆரத்தை ஏற்கெனவே இருந்த ஆரத்திற்கு மிக அருகில் 22ஐ 2இன் பக்கத்தில் கட்டியது. சில இடங்களில் ஆரங்களின் இடைவெளிகள் அகலமாகவும் இருந்தன. ஆனால் பிறகு அவற்றை அரைகுறையான ஆரங்களால் அது நிரப்பியது.

முதல் 6 ஆரங்களால் அமைக்கப்பெற்ற கூட்டின் வடிவத்தை கூடுமான வரை காக்க சிலந்தி முயன்றது என்பது அடுத்த 8 ஆரங்களைப் பார்த்தால் தெரிகின்றது (படம் 2).

8, 10, 13ஆவது கோடுகள் Aக்கும் Fக்கும் இடையே பரவிக் காணப்படு

கையொப்பமிடும் சிலந்தி

வலப்புறம், ஐரோப்பாவில் காணப்படும் ஆர்கியோப் எனும் இந் நுண்ணிய சிலந்தியை கரிய வரிகள் படர்ந்த மஞ்சள்நிற அடிவயிற்றினால் எளிதில் கண்டுகொள்ளலாம். தனது கூட்டில் இரு ஆரங்களுக்கிடையே வளைந்த பட்டு நூலினால் கையொப்பமிடுவது இதன் சிறப்பியல்பாகும்.

Photo © Jacques Six

பழைய தோலுக்குப் பதில் புதிய தோல்

இறகை உதிர்க்கும் பருவத்திலுள்ள சிலந்திக் காலின் இப் பெரிய படம், பண்டைய சீன ஓவியத்தின் நுண் கோடுகளை நினைவூட்டுகிறது. தோலுடன் களையப்படும் புதிய நகங்களுக்குப் பதில் (மேலே) புதியவை தோன்றுகின்றன. வளரும் சிலந்திகள் பலமுறை தமது புறத்தோலை களைகின்றன.

Photo © Louis Jacques Laporte

சாரம் நீக்கியதும்

கின்றன; 7, 11, 14ஆவது ஆரங்களும் Bக்கும் Cக்கும் இடையே அவ்வாறே உள்ளன. 15 முதல் 21 வரையுள்ள நூல்களும் இந்நிலையில் சிலந்தியின் திட்டத்தைப் புலப்படுத்துகின்றன.

மேலும் 3ஆவது படத்தில் சிலந்தி 22 முதல் 33 வரையுள்ள ஆரங்களை எவ்வாறு அமைத்து கூட்டின் மையத்தை நிலைப்படுத்தியுள்ளது என்பது தெரிகின்றது. இத்தனை ஆரங்களை ஒழுங்காக அமைத்த பிறகு, மேலும் அவற்றின் இடைவெளியைப் பற்றி அது கவலைப்படத் தேவையில்லை. ஆயினும் 34 முதல் 44 வரையுள்ள ஆரங்களையும் அது கவனமாகவே அமைத்தது (படம் 4).

மூன்றும் நிலை

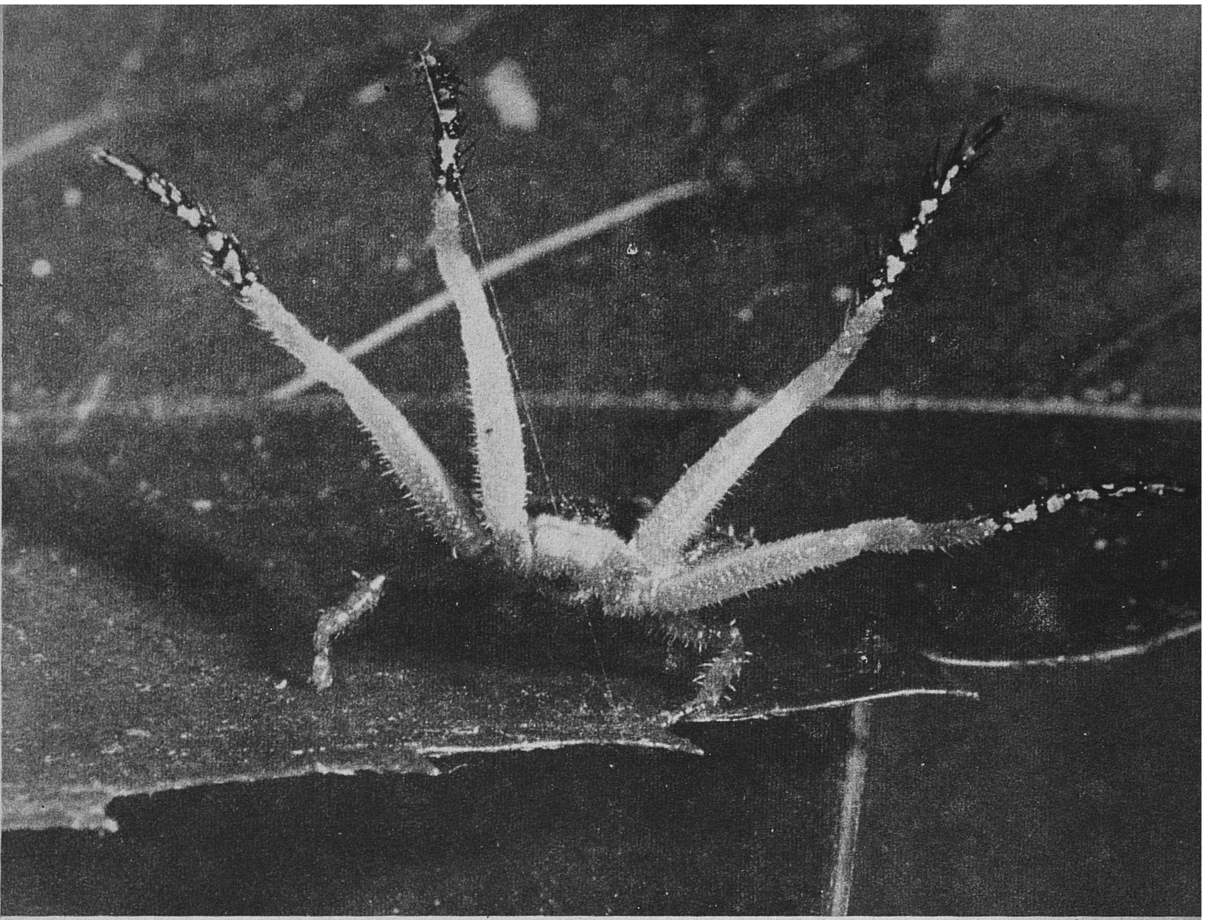
முழு நீள ஆரங்களைக் கட்டி முடித்ததும் சிலந்தி சாரத்தைக் கட்டத் தொடங்கியது. அச்சாரம் மையத்திலிருந்து தொடங்கி கூட்டின் வெளிவட்டம் வரை சுருள் சுருளாகச் சென்றது (படம் 5).

சுருளின் முதல் ஏழு வட்டங்களும் 8 மி.மீ. முதல் 2.4 மி.மீ. வரை (1/32" முதல் 3/32" வரை) நெருக்கமாக அமைக்கப்பட்டன. அடுத்த 4 அல்லது 5 வட்டங்களில் 6.3 முதல் 8 மி.மீ ($\frac{1}{4}$" முதல் $\frac{5}{16}$") வரையும், 9.5 மி.மீ ($\frac{3}{8}$")-ம் இடைவெளிகள் இருந்தன. சம இடைவெளிகளை அமைப்பதற்காக சிலந்தி முந்திய வட்டத்தில் ஒரு காலை ஊன்றி விரைந்து சென்றது.

சிங்கப்பூர் சிலந்தி

இச் சிங்கப்பூர் சிலந்தி தனது நகத்தை ஊசியாகப் பயன்படுத்தி கூட்டிற்கென இழைகளை தைக்கின்றது. சிலந்திகளில் ''பச்சோந்தி''யான இது சூழ்நிலைக்கேற்ப நிறம் மாறுகிறது. இலையில் மறைந்து இரைக்காகக் காத்திருக்கின்றது.

Photo © F. G. H. Allen



குடிபுகத் தயார்

இந்நிலையில் சிலந்தி திட்டமிட்டுச் செயலாற்றுவதுபோல் பலமுறை தோன்றியது. ஆரங்களுக்கிடையே நீண்ட இடைவெளிகள் இருக்குமிடங்களில் சிலந்தி அடுத்த கோட்டிற்கு வருந்திச் செல்ல வேண்டியிருந்ததால் அது சுருளை விட்டுவிட்டு, சாரத்தையும் வெளிவட்டத்தையும் இணைக்கும் அரைகுறையான ஆரத்தை அமைத்தது. இவ்வாரங்கள் 5ஆம் படத்தில் × எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

சிலந்தி 14ஆவது ஆரத்தின் வெளி முனைவரை சாரத்தைக் கட்டியதும் திரும்பி ஒரு முழு வட்டமாகச் சுற்றி 11ஆவது ஆரம் வெளிக் கோட்டைத் தொடும் இடத்தில் சாரத்தை முடித்தது.

இந்நிலையில் சிலந்தி ஒட்டும் நூல்களைப் பின்னி சாரத்தை நீக்கும் இறுதிக் கட்டத்தைத் தொடங்கியது. இரைகளைப் பிடிப்பதற்காகவே சிலந்தி ஒட்டும் நூல்களைப் பின்னியது. அவற்றில் ஒட்டும் பூச்சிகள் தப்ப முடிவதில்லை. அவற்றால் தனக்கே தொல்லை ஏற்படாதுவாறு சிலந்தி மிக திறமையுடன் கூட்டில் நடமாடுகிறது.

கூட்டைக் கட்டும்போது சிலந்தி காய்ந்த அல்லது ஈரமான இழைகளைக் கசியவிட முடியும். பூச்சிகளைப் பிடிப்பதைத் தவிர பிறவற்றிற்கு காய்ந்த இழை பயன்படுகிறது. பிற அமைப்பின் முதல் மூன்று நிலைகளிலும் காய்ந்த ஒட்டாத இழைகளே பயன்படுத்தப் பெற்றன. அவை ஒட்டுமா என்பதைப் பலமுறை நான் சோதித்துப் பார்த்த பிறகே இம் முடிவுக்கு வந்தேன்.

இழைகள் தன்மையில் வேறுபடலாம். சிலந்தி இழை உருவாக்கும் தனது உறுப்புகளினால் பல இழைகள் திரண்ட காய்ந்த நூலையோ, பட்டை போன்ற தட்டையான நூலையோ உருவாக்க முடியும். சிலவேளை, ஒட்டும் மணிகள் காய்ந்த நூலில் வரிசையாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால் இஃது அரிது. அத்தகைய நூல் வெளிவரும்போது அதன் மேலுள்ள ஈரப்பசையே பிறகு மணிகளாக மாறிவிடுகின்றது.

நான்காம் நிலை: சிலந்தி 14ஆம் ஆரத்தில் திரும்பி 11ஆம் ஆரத்தில் சாரச் சுருளை முடித்ததெனப் பார்த்தோம். திட்டமிட்டோ திட்டமின்றியோ செய்யப்பெற்ற இச்செயலினால் பயன் விளைந்தது. சிலந்தி ஈரப்பசையுள்ள சுருளைத் தாமதமின்றிப் பின்னத் தொடங்கியது. இப்போது மையத்திலிருந்து தொடங்காமல் வெளிப்புறமிருந்து தொடங்கியது (படம் 6).

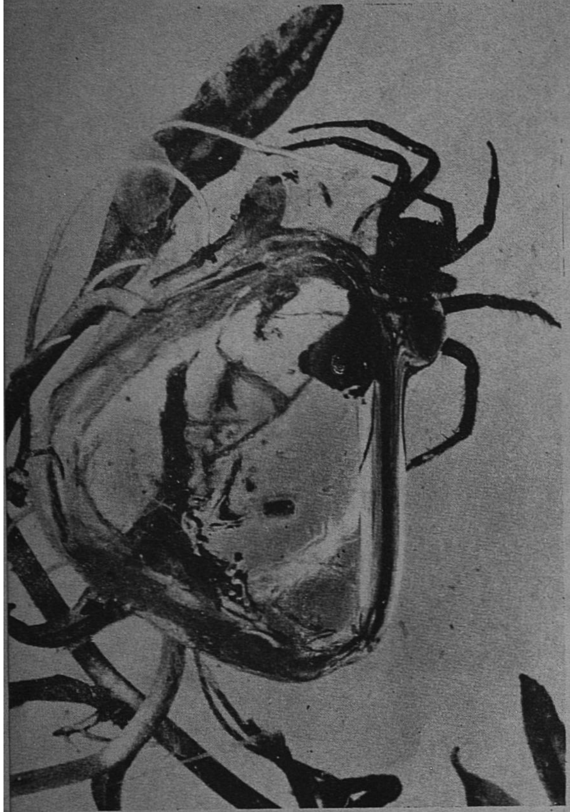
கூட்டின் இந்த இறுதி நிலையில் சிலந்திக்குக் கால் வைப்பதற்கு நல்ல வசதி இருந்தது. சாரக் கோடுகளிலும், ஆரங்களிலும் அது காலை வைத்துக் கொண்டது. ஆனால் ஒட்டும் சுருள்கள் சாரத்தின் வளைவுகளைப் போல் அமைந்தன எனக் கூறமுடியாது. சாரத்தின் ஒவ்வொரு வட்டத்திற்கும் பல ஒட்டும் வட்டக் கோடுகள் அமைக்கப்பெற்றன.

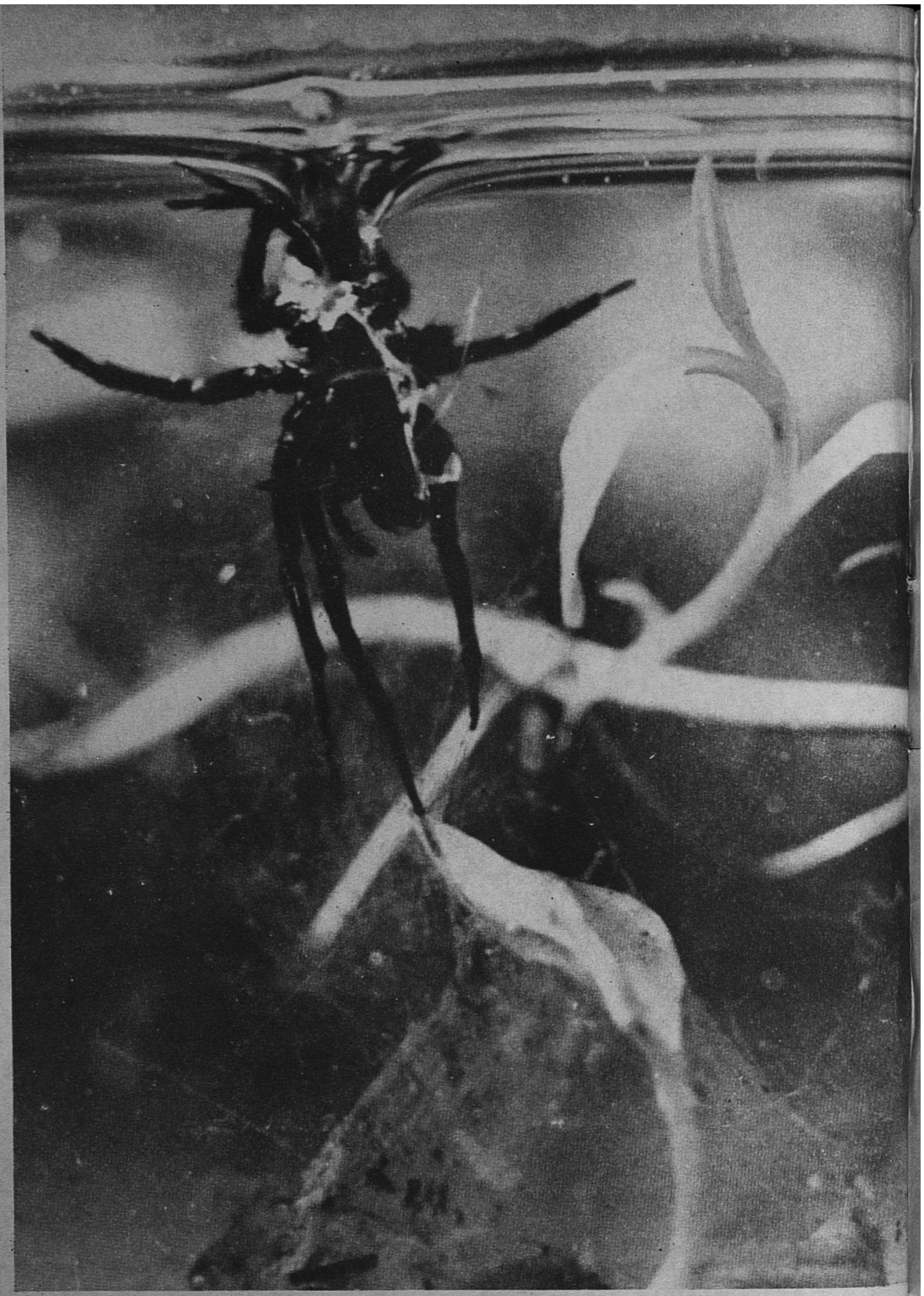
ஒட்டும் நூல்களுக்கும் சார நூல்களுக்கும் பார்வைக்கு வேறுபாடு தெரியாமையால், ஆறாவது படத்தை வரையும்போது, ஒட்டும் நூல்கள் சார நூல்களுக்கு குறுக்கிலும் மருங்கிலும் செல்லுமிடங்களில் அவற்றிற்கிடையே வேறுபாடு காணமுடியவில்லை. பிறகு கூடு முடியும்போதுதான் சார நூல்கள் நீக்கப்பெற்றுவிட்டன எனத் தெரிந்தது. கூடு முடிந்ததும் அதன் நடுவில் வெள்ளை நிற உருண்டை ஒன்று தெரிந்தது. இதைச் சிலந்தி விழுங்கி விட்டது. ஒட்டும் நூல் சாரத்தின் அடுத்த வளைவை அண்மியதும் சிலந்தி அவ்வளைவை உருட்டி விடுகிறது என்றும் இதுவே இறுதியில் திரண்ட உருண்டையாகத் தெரிகிறது என்றும் தியோடோர் சேவரி தமது 'சிலந்தி உயிரியல்' எனும் நூலில் கூறுகிறார்.

பலவகை சிலந்தி இனங்கள் பல வகையான வடிவில் கூட்டின் மையத்தை அமைக்கின்றன. 'மைக்கிராதினா கிராசிலிஸ்' எனும் சிலந்தி சார நூலை விழுங்கி, கூட்டின் இரு புறங்களிலும் தான் வெளி வரக்கூடிய பகுதியை மையத்தில் வெட்டிக் கொள்கிறது. அப்பகுதி சிலந்தி தனது எட்டுக் கால்களையும் நீட்டி வெளிவரக் கூடிய அளவு பெரிதாக இருக்கும்.

$2\frac{1}{2}$ மணி நேர வேளைக்குப் பிறகு கூடு முடிந்தது; வீடு குடிபுகத் தயாராக இருந்தது. சிலந்தி ஆரங்களில் தனது கால்களைப் பரப்பி(ஏறக்குறைய $\frac{1}{2}$ அங்குல—1.27 செ.மீ விட்டமுள்ள) மையத்தில் அமர்ந்தது. இரை அகப்பட்டு விட்டது என்பதையும் எங்கு அகப்பட்டுள்ளது என்பதையும் தெரிவிக்கும் அதிர்வுகளை அஃது இப்போது அறியும் நிலையிலிருந்தது.

இக்கட்டுரையின் ''அரியதொரு கட்டட அமைப்பு'' எனும் தலைப்பு மிகப் பொருத்தமாக அமைந்துள்ளது. மூன்று முக்கிய ஆதாரக் கட்டமைப்புக்

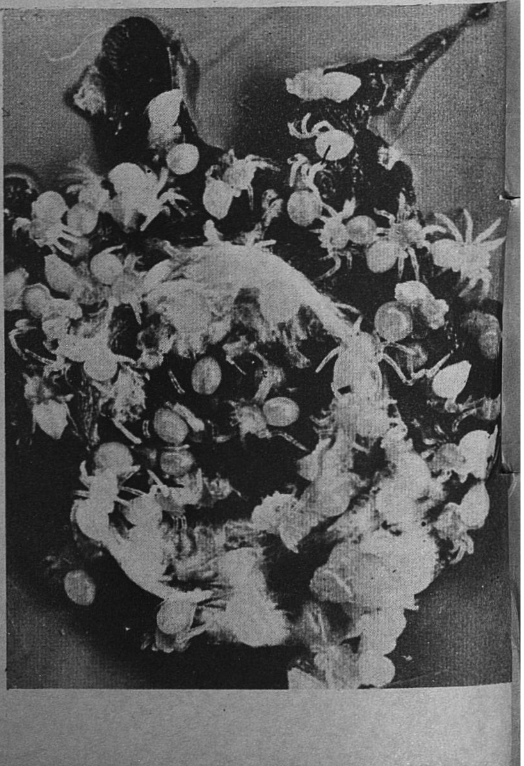




மூழ்குக் கூண்டில் சிலந்தியின் செயற்களம்

Photos © Holmes-Lebel

பலவகைச் சிலந்திகள் நீர் நிலைகளின் மேல்பரப்பில் காணப்படுகின்றன. ஆனால் ஐரோப்பிய நீர்ச் சிலந்தி (அர்க்கியேனேட்டா அகுவாட்டிகா) வாழ்நாள் முழுவதும் நீருக்கடியில் வாழ்கின்றது. இது நீருக்கடியில் மணிபோன்ற கூடுகட்டி அதை நீர்ச் செடிகளுடன் இணைக்கின்றது. பின் கால்களை நீர்ப் பரப்பிற்குமேல் நீட்டி அவற்றிலும் அடிவயிற்றிலும் காற்றைச் சேகரிக்கிறது. (மேலே வலப் புறம்) இக்காற்றுக் குமிழியை இரை பிடிக்கும் தனது கூட்டிற்கு எடுத்துச் செல்கின்றது. இவ்வாறு 1 க. செ. மீ. காற்றைச் சேகரித்த பின் குமிழியைச் சுற்றிப் பட்டுத் திரை நெய்து கூட்டை முடிக்கின்றது. இக்கூட்டில் நீர்ப் பூச்சிகளைப் பிடிக்கின்றது. (இடப் புறம், இங்கு முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிக்கின்றது. குஞ்சுகள் (வலப் புறம்) சிறகுதிர்ப்பதற்கு முன். கண்ணாடி போல் இருக்கின்றன.



கோடுகளும், ஒரு சம தளத்தை அமைக்கவோ நிலைபடுத்தவோ மூன்று ஆதார நிலைகள் தேவையெனும் வடிவியல் கொள்கையின் பொறியியல் நுணுக்கத்தைக் காட்டுகின்றன. மேலும் உறுதியையும் சமநிலையையும் காக்கும் அமைப்பில் பயன்படுத்தப் பெறும் அடிப்படை வடிவம் முக்கோணம்.

கூடு அமைக்கும் முறையை நான்கு தனி நிலைகளாகப் பிரிப்பது கட்டடம் கட்டும் நிலைகளை ஒத்திருக்கின்றது:

- அடிப்படை அமைத்தல்
- கட்டட அமைப்பு நிறுவுதல்
- அமைப்பை முடிக்க சாரம் கட்டுதல்
- இடத்தைக் குடிபுகத் தயாராக்கி சாரத்தை நீக்குதல்

கூடுகட்டிய பிறகு சிலந்தி இன்னும் பல அமைப்புச் சிக்கல்களைத் தீர்க்க நேரிடும். ஆனால் இப்போது அவை ''பழுது பார்த்தலும் பேணுதலும்'' எனும் சிக்கல்களாகும்.

இங்கு இந்நிகழ்ச்சிகளை மனிதன் என்ற முறையிலும் பொறியியல் முறைப்படியும் எண்ணிப் பார்த்தேன்:

● ஏன் பற்பல சிலந்திகள் மரக் குடிசை, மரக்கிளைகள், பாறைப் புடைப்புகள் ஆகியவற்றின் துணை கொண்டு அதே இடத்தில் சிறிய காட்டுத் தோட்டத்தில் தமது கூடுகளைக் கட்டுகின்றன? சிலந்திகள் கூடு கட்டக்கூடிய இடத்தின் இயல்புகளை தொலைவிலிருந்து பார்த்து அறியும் தகைமை பெற்றுள்ளனவா?

● சிலந்தி கூடு கட்டும் இடத்தைத் தெரிந்தெடுத்தபின் மரக்கட்டைகள், கிளைகள் போன்றவற்றில் எவை சிறந்த ஆதாரமாகும் என்பதைக் கண்டறிய முடியுமா?

● சிலந்தி ஒருகட்டையிலிருந்து ஒரு கிளைக்கு ஏறக்குறைய 6 அடி தூரத்தில் நூலைக் கட்டியபின் கூடு கட்டக் கூடிய பல இடங்களில் பாதைக்கு மேலே பூச்சிகள் மிகுதியாக வரும் ஓர் இடத்தைத் தெரிந்தெடுத்துக் கொள்ள முடியுமா?

இவை போன்ற கேள்விகள் என் உள்ளத்தில் எழுந்தன.

எனக்குத் தெரிந்த வரையில் இவற்றிற்கும் இவை போன்ற பிறவற்றிற்கும் விடைகள் கிடைத்தில. எனக்கும் பதில் தெரியாது. ஆயினும் பல ஆண்டு ஆய்வுக்குப் பின், பல இனச் சிலந்திகள் இதே இடத்தில் கூடுகட்டிய முறையிலிருந்து இக்கேள்விகளுக்கு ''ஆம்'' என்று விடையளிக்க முடியுமென நம்புகிறேன்.

அதே அமைப்புச் சிக்கல்கள் கட்டடம் கட்டும் பலருக்கும் ஏற்படுகின்றன என்றும் அவையெல்லாம் அதே வகையான சிறந்த முறைகளில் தீர்க்கப்படுகின்றன என்றுமாவது என்னால் கூறமுடியும்.

தமிழில்: வள்ளுவன் கிளாரன்சு

நூற்றலில் விஞ்ஞானி கற்கும் பாடங்கள்

கூடுகட்டும் சிலந்தி உடலியல், அகப்பண்பியல், உளவியல் ஆய்வுகளில் ஈடுபடுவோருக்குப் பெருந் துணையாக உள்ளது.

கூடுகட்டும் சிலந்திகளை ஆய்ந்த விஞ்ஞானிகளின் கருத்துக்கள் ''எ ஸ்பைடர்ஸ் வெப், ப்ராப்ளம்ஸ் ஆப் ரெகுலேட்டரி பயாலஜி'' எனும் சிறிய எளிய நூலில் காணப்படுகின்றன.

இந்த ஆய்வு சிலந்தியின் பழக்கங்களையும் செய்முறைகளையும் பற்றிச் சுவையான, பலரறியாத செய்திகளைத் தருகின்றது. சிலந்திகள் குறிப்பிட்ட வடிவமுள்ள கூட்டைக் கட்டுவதற்காகத் தினமும் பெருவாரியாகப் பட்டு உற்பத்தி செய்கின்றன. விஞ்ஞானிகள் பட்டுச் சுரப்பிகளையும் பட்டின் தன்மையையும்பற்றி பகுப்பியல், உடலியல், உயிர்த்தசைமங்களின் ஆய்வியல் போன்ற கோணங்களிலிருந்து ஆய்ந்துள்ளனர்.

சிலந்தியின் வாழ்வில் கூடு முக்கிய இடம் பெறுகின்றது. கூட்டின் அமைப்பு தெரிந்தெடுக்கப்பட்ட சில முறைகளினால் உருவாகியுள்ளது. சிலந்தியின் நரம்பு மண்டலம் நூலினால் கூடுகட்டுவதற்கேற்ப அமைந்துள்ளதென நூலாசிரியர்கள் கருதுகின்றனர். கூட்டின் குறிப்பிட்ட அமைப்பை நாம் கணிதவடிவியல் முறைகளில் விளக்க முடியும்.

கூட்டின் விரிவான வடிவியல் அமைப்பு ஆண் சிலந்திக்குத் தெளிவான அறிகுறியாக விளங்குவதால் அஃது இனப் பெருக்கத்திற்கு துணை செய்கிறது எனவும் சிலந்திகள் ஈக்களைத் தமது கூட்டில் பிடிப்பதுபோல பிற கூடுகளிலும் பிடிக்க முடியும் எனவும் அவர்கள் கருதுகின்றனர்.

சிலந்திகளின் மூப்பு, வளர்ச்சி, எடைமாற்றம் ஆகிய காரணங்களாலும், மருந்துகளால் சிலந்தியின் இயல்புகளை மாற்றுவதாலும் கூடுகட்டும் முறையில் ஏற்படும் பல மாறுதல்களை விஞ்ஞானிகள் ஆய்ந்துள்ளனர். அவர்கள் மருந்துகளினால் ஏற்படும் விளைவை விரிவாக விளக்குகின்றனர்.

சிலந்திகள் அடிக்கடி கூடுகட்டுவதால், 'சாதாரண' நிலையிலுள்ள சிலந்தியைக் கூடு கட்டச் செய்து, பிறகு அதில் அதே சிலந்தியால் மாற்றங்களை விளைவித்து புதிய கூட்டை கட்டச் செய்து இரு கூடுகளையும் ஒப்பு நோக்க முடியும்.

(34 ஆம் பக்கத் தொடர்ச்சி)

அதிக தூரத்தில் உள்ள மண்டலங்களையும் காண முடியும் (ஜனவரி 1966 யுனெஸ்கோ கூரியரைக் காணவும்). இந்த புது ரேடியோ தொலைநோக்கியால் 10லிருந்து 12 மில்லியன் ஒளி–ஆண்டுகள் தூரத்தில் உள்ள மண்டலங்கள், க்வாசார்கள் ஆகியவற்றினால் உமிழப்படும் ஒளியைப் பதிவு செய்ய முடியும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. அப்படியென்றால் அண்டத்தின் ஆரம்பத்தைப் பற்றி வானொலியிலிருந்து நேரடியாக அறிந்து, கொள்ள முடியும் என்று பொருள்.

க்வாசார்கள் உமிழும் ஒளியும் கதிரியக்கமும் மிக அதிக அளவு இருப்பதால் தான் இது சாத்தியமாகிறது. ஒன்று அல்லது பலமுறை அவை வெடித்து, அவைகளின் மையப் பகுதி வெப்பமடைவதால் அவை மில்லியன் சூரியன்களைப் போல், பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப் பிரகாசமாகத் தெரிவதோடு ரேடியோவின் மூலமும் கேட்கப்படுகிறது.

விண்வெளியிலுள்ள இந்த ஒளிப் பிழம்புகளை முக்கோணமான புள்ளிகளாகப் பயன்படுத்தி, அதிலிருந்து, விண்வெளியிலுள்ள ஸ்டெல்லார் பரப்பு முழுவதையும், கால, தூர ரீதியில் வரைபடமாக்கலாம். இத்தகைய படங்கள் ஏற்கெனவே வரைய ஆரம்பிக்கப்பட்டு அவைகளிலிருந்து சுவையான தகவல்களும் கிடைத்திருக்கின்றன.

இவ்வளவு காலமாக க்வாசாரின் நடவடிக்கையைப் பற்றி நாம் என்ன யூகிக்க முடியும்? முதல் ஒளித் தோற்றத்திற்குப் பிறகுள்ள நூறுமிரம் ஆண்டுகளில், வெப்பக் கதிரியக்கம் ஒரே அளவு முனைப்புடன் இருந்திருக்க வேண்டும். அதன் பின்னர், கதிரியக்கத்தின் சக்தி குறைய ஆரம்பித்திருக்கிறது. ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு வெப்பக்கதிரியக்கத்தின் ஆற்றல் ஆரம்பத்தில் இருந்ததைக் காட்டிலும் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்குதான் இருந்தது. பத்து மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு அதன் ஆற்றல் மீண்டும் ஆயிரம் மடங்கு குறைந்து விட்டது. இந்த நிலையில் க்வாசார் கண்களுக்குத் தெளிவாக புலப்படாத அளவுக்கு மங்கி விடுகிறது. பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு மேற்பட்ட வயது மதிக்கக் கூடிய க்வாசார்கள் இன்னும் கண்டு பிடிக்கப்படவில்லை.

அவைகளின் தோற்றத்தில் காணும் ஒளிமுனைப்பிலிருந்து அவைகளின் தூரமும், அவை விண்வெளியில் இருக்கும் இடமும் கணிக்க முடியும். ஒன்று அல்லது இரண்டு மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகளுக்குட்பட்ட எல்லையில் உள்ள க்வாசார்கள் விண்வெளியில் ஏறத்தாழ ஒரே சீரான நெருக்கத்தில் காணப்படுகின்றன. இந்த எல்லைக்கு மேல் க்வாசார்களின் எண்ணிக்கை எல்லா திசையிலும் அதிகரிக்கின்றது. ஆயிரக் கணக்கான மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தூரத்தில் உள்ள வட்ட பரப்பில் அவைகளின் நெருக்கம் இரட்டிப்பாகிறது. அதற்கும் அப்பால் அவைகள் மீண்டும் குறைகின்றன; ஒன்பது ஆயிரம் மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தூரத்தில் உள்ள ரேடியோ–வான விளம்பில் க்வாசார்களின் நெருக்கம் அருகில் காணப்பட்டதில், 150இல் ஒரு பங்குதான் இருக்கும்.

(தொடர்ச்சி 42ஆம் பக்கம் பார்க்க)

(30ஆம் பக்கத் தொடர்ச்சி)

களில் ஆராய்ச்சி செய்யலாம். ஒவ்வொரு துறையையும் தனித் தனியே புரிந்துகொள்ள வேண்டும்என்று கூறத் தேவையில்லை. முன்பு நாம் கருதாதுவிட்ட அநேக ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தமுள்ள உண்மைகளை நம் கவனத்திற்குக் கொண்டுவரும் முறையில் அலையியல் அனுபவம் நம்முடைய இயற்கைப் புலனுணர்விற்குப் பாடம் கற்றுக் கொடுக்கிறது. நேரடியான அனுபவத்தில் இயற்கை அலையியல் விளைவுகள் தெற்றென கண்ணுக்குத் தெரிய வேண்டும்.

வான்பௌதிகத்தைஎடுத்துக்கொள்வோம். இத்துறையில் முன்னர் கூறிய முறையில் குறிப்பிட்ட அதிர்வு விளைவுகள் இயற்கையாகத் தோன்றியிருக்க வேண்டும். அலைஇயல் காட்சிகளின் தொகுப்பு பல்வேறு அம்சங்களையும், தொடர்புகளையும் கொண்டிலங்குகிறது. அவற்றைச் சரிபார்க்க வான சாத்திரத்தில் வழி இருக்கவேண்டும். அண்டத்தின் ஆற்றல் விரிவாகச் செயல்படும்போது அலையும் அதிர்வும் கொள்ளும் தொகுதிகள் இருப்பது திரட்சி, சுழற்சி, துடிப்பு, சுற்றுதல், அலைச் சேர்க்கை, சுழல் முதலிய நடவடிக்கைகளில் துலக்கமாகத் தெரியவேண்டும்.

இயற்கை அலை அதிர்வு விளைவுகளை அறிய உதவுகிற பரிசோதனைகள் நடந்துள்ளன. காந்தப் புலத்தில் அதிர்வு ஏற்றியிருக்கும்போது பொருள்கள் காந்தக் கவர்ச்சிக்கு உட்படும் தன்மைகளை ஆராயப் பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டுள்ளன (படம் பக்கம் 4). காந்த நீர் இயக்கவியல் துறைப் பரிசோதனையில், தனித் தன்மை பெற்ற கூறுகள் முற்றிலும் அதிர்வு காரணமாகத் தோன்றுவதைக் கண்டுள்ளார்கள். இந்த நிகழ்வுகளின் காணும் கட்டமைப்பு, விசையியக்கவியல் அம்சங்கள் ஆகியவை அதிர்வே விளைவிக்கக் கூடிய பண்புடையவை. ஆகவே, காந்த அலையியல் என்னும் துறை தோன்றுவதைக் குறிப்பிட நியாயமுண்டு. என்ன செய்ய வேண்டியிருக்கிறதென்றால், பரிசோதனைகளில் கண்ட காட்சிகளை ஒத்த காட்சிகள் அண்டக் காந்தப் புலத்தில் உள்ளனவா எனப் பார்ப்பதாகும்.

வான சாத்திர, வான்பௌதிக வல்லுநருக்கென்று ஒதுக்கியுள்ள துறையில் ஆக்கிரமிப்புச் செய்ய வேண்டுமென்பது நிச்சயமாய் நம் கருத்து அன்று. நம்முடைய ஒரே குறிக்கோள் ஏதோ சில பரிசோதனைகளின் முடிவை அறிவிப்பதுதான். ஒத்த அமைப்புக்கள் அண்டத்தில் எவ்வாறு உருவெடுக்கின்றன என்பதை அக் குறிப்பிட்ட துறையில் ஆராய்ச்சிகள் செய்து பார்த்தால்தான் தீர்மானிக்கமுடியும்.

உயிரியல் துறையிலும் ஆராய்ச்சிகள் செய்ய வேண்டியுள்ளது. முக்கியமாய் இத்துறையின் கேந்திரத்திலேயே ஆராய்ச்சி நுழைய முடியும். இக் கட்டுரையில் குறிப்பிட்ட காட்சிகள் பேரியலாகப் பருவட்டாய்க் காணப்படுபவை. நுண்ணிய அளவிலும் நுண்ணோக்கியலாக அலையியல் விளைவுகளைக் காட்ட முடியும் என்று ருசுவாகியுள்ளது. அதாவது, உயிரணு வினையாற்றத்தினை பல்வேறு அலைஇயல் முறைகள் கொண்டு ஆராயலாம்.

உயிரணு வினையாற்றத்தின் ஒழுங்கு முறை அமைப்பு, அலைவுத் தன்மை இவற்றை மட்டுமின்றி, ஆரோக்கியமாயும் நோயுற்றவையாயுமிருக்கிற திசுக்கள், உயிரணுக்கள் ஆகியவற்றில் அதிர்வுகளின் செயல்திறன், விளைவு இவற்றையும் ஆய்வதற்கான வழிகளைத் திறந்து விடுகின்றன இன்றைய ஆராய்ச்சிகள். புற்றுநோயின் தன்மையிலிருந்து, அந்நோயை உண்டாக்கும் உயிரணுக்களை ஆராய்வது இத்துறையில் அதிக இடம் பெறுவதற்குரியது.

ஆகவே, நம்முன் உள்ள வேலை, உயிரணு நிகழ்வுகளில் குறிப்பிட்ட அதிர்வு விளைவுகளை ஏற்படுத்தி உயிரணு அமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்களையும், உயிரணுப் பிரிவு, உயிர்ப்பு, திசு வளர்ச்சி முதலியவை பொறுத்த செயல் விளைவுகளையும் தனித்தனியே ஆராய்வதாகும்.

இவ்விதமாக, பரிசோதனைப் பௌதிகத்தின் மாதிரிகளையும் அடிப்படைத் தத்துவங்களையும், அண்ட சிருஷ்டியின் ஒரு கூறு அதிர்வு என்று சொல்லி மற்றத் துறைகளுடன் இணைந்து விட்டிருக்கிறது. அறுபது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ருடால்ப் ஸ்டீனர் என்பவர் மனத்தையும் ஆத்மாவையும் பற்றி ஆராய்ந்ததின் விளைவாக வான் பௌதிகம், உயிரியல் இத்துறைகள் குறித்து, இணைக்கும் கருத்தைக் கூறியுள்ளார்.

இங்கு மேலோட்டமாகக் கூறியுள்ள சோதனைக் காரியங்கள் முழுவேகத்துடன் நடைபெற்று வருகின்றன. பரிசோதனை வரிசைகள் ஒன்றன் பின் ஒன்ருக வளர்கின்றன. ஒரு சோதனையின்போது கிடைக்கும் குறிப்பு மற்ருெரு சோதனைக்கு வழிகாட்டுகிறது. ஆராய்ச்சியின் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்ருெரு படிக்கு இயற்கை காட்டும் வழியில் ஆய்வாளர் செல்கிருர். வழியில், அதிர்வுக்குச் சம்பந்தமில்லாத பல புதிய ஆவர்த்தனத் தன்மையுடைய காட்சிகளையும் அவர் காண்கிருர்.

இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில், ஓர் ஒழுங்கு முறையில் இரசாயன கீழ்ப்படிவுகள் உண்டாவது பற்றித் தனியே கூற வேண்டும். லீசேகாங்க் வளையங்கள் எனப்படுபவை இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. சீரான பிரமாணத்தில் படிகமாதல், கூழ்நிலைக் கரைசலில் நிகழும் சீரான பிரமாண வினையாற்றங்கள், பாதியளவு கசிவிற்கு இடமளிக்கும் சவ்வுகள் ஒழுங்கு நயத் தன்மையில் உருவாதல் முதலியவை இவ்வகையின. இரசாயனக் கிரியைத் துறையில் ஒழுங்கு நயத் தன்மையும் செயல்படுகிறது என்பதற்குச் சான்றிருக்கிறது. [கிரியா ஊக்கிகள் சம்பந்தமான பிரச்னைக்கு அருகில் இத்துறை ஆராய்ச்சி நம்மைக் கொண்டு விடும் என்பதை நிபுணர்களுக்குத் தெரிவித்தல் நலம்]

இதுவரை சொன்ன பரிசோதனைகள் எல்லாம் நம்மை எங்கு கொண்டு செல்கின்றன? பொதுவாக, மனித வாழ்க்கைக்கு எவ்வகையில் பயன்படுவன? இக் கட்டுரையில் கூறிய பயன்களைத் தவிர்த்து, ஓர் அம்சம் முக்கியமாய் விளங்குகிறது. அதாவது, உலகைப் பற்றிய நம் அனுபவம் தூண்டப் பெற்று, செழுமையாகி, ஆழமுடையதாயும் ஆகிப் பயனுறும் வகையில் உலகை உற்று நோக்குவதற்கு அவை கற்றுத் தருகின்றன. மற்றும், இந்த அனுபவம் செழுமை தருவதுடன் கூட, விஞ்ஞானியையும், கலைஞரையும், ஆய்வாளரையும், வரைவாளரையும், ஏன் அடிப்படையாக ஒவ்வொரு மனிதனையுமே, தன் பிறவியின் மாண்புறு பயனையும், ஆளுமையையும் வளர்த்துக் கொள்ள உதவுகின்றது.

தமிழில்: கு. ராஜாராம்

ஐவன் கோட்லியாரெவ்ஸ்கி
உக்ரேய்ன் தேசியக் கவிஞர்
(1769 - 1838)

இவ்வாண்டு சோவியத் நாடெங்கும் "உக்ரேய்ன் தேசியக் கவி"யின் இரண்டாம் நூற்ருண்டு பிறந்த நாள் விழா கொண்டாடப்பட்டது. செப்டம்பர் மாதத்தில் மாஸ்கோவின் போல்ஷாய் தியேட்டரில் சிறப்பு நிகழ்ச்சிகளும் நடந்தன.

உக்ரேயனில் 19ஆம் நூற்ருண்டில் நிகழ்ந்த கலாச்சார மறுமலர்ச்சியில் ஐவன் கோட்லியாரெவ்ஸ்கி, தலைசிறந்த பங்கு பெற்ருர்.

உக்ரேய்ன் மொழியின் முதல் இசை நாடகத்தை எழுதியவர் இவரே. போல்டாவாவின் 'நாடரல் கா'வும் லாலா போன்டேனின் கற்பனைக் கதைகளையும், உக்ரேய்னில் மொழிபெயர்த்ததோடு, கிரேக்க லத்தீன் இலக்கியத்யையும், ரஷ்ய மொழியில் மொழிபெயர்த்ததை இன்று பரவலாக விரும்பிப் படிக்கின்ருர்கள். ஆனல் உக்ரேய்ன் இலக்கியத்தின் தந்தையான அவருக்குப் புகழ் வாங்கித் தந்த கவிதை "திஈனிட் டிரான்ஸ்போஸ்ட்" என்பதாகும்.

வெர்ஜிலின் சிறந்த காவியத்தின் அடிப்படையில் அடைந்த வேற்றுப் பொருள் அணியல்ல, இந்த உறுதியும் நகைச்சுவையும் மிகுந்த காவியம். ஜார் கொடுங்கோலால் அழிவு படவிருந்த உக்ரேய்ன், மொழியும், கலாச்சாரமும் பாதிக்கப் படாமலிருக்க வெரிஜிலின் கதையை அடிப்படையாகக் கொண்டு, கோட்லியாரெவ்ஸ்கி, அரசை எதிர்த்து சூளுறை கூற, இந்த அற்புதக் காவியத்தில் வரும் ஒலிம்பஸ்வாழ் தெய்வங்கள், டிரோஜன்கள், கார்தேஜினியர்கள் யாவரும், 18ஆம் நூற்ருண்டில் வாழ்ந்த உக்ரேனியர்களைப் போலவே பேசி, நடந்து, உடுத்தி, சாப்பிட்டுப் போரிட்டு வாழ்ந்ததாகக் காட்டப்படுகிறது. இவரின் நடை யாவும், பெரும் இலக்கிய மேதைகளான, ராபெலாஸ், ஸ்விபட் அறியோஸ்டோ, அனடோல்ஃபிரான்ஸ் போன்ருேருடன் ஒப்பிடச்செய்கின்றன.

18ஆம் நூற்ருண்டு பாரம்பரியத்தின் விலங்குகளைக் களைந்து, வழக்கு மொழியாயிருந்த உக்ரேயினை, இலக்கிய மொழியாக்கி, ரஷ்ய கலாச்சார இலக்கியத்தில் இடம் பெறச் செய்த பெருமை இவரையே சாரும். எல்லா நாடுகளிலும் படிக்கப் பெறவேண்டிய அவருடைய ஈனிட், உக்ரேய்ன் பழமொழிகளும், நாட்டு மக்கள் புத்திமதிகளும் அடங்கி அழகு நிறைந்ததன் காரணமாக அதை மொழிபெயர்க்க பலர் தயங்குகின்றனர்.

(41ஆம் பக்கத் தொடர்ச்சி)

உண்மையில் விண்வெளியில் க்வாசார்கள் இவ்வித வகைப்பாடோடு காணப்படுவது காலத்தினல் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் குறிக்கும்; அதாவது அவைகள் இருந்த காலத்

1969, யுனெஸ்கோ கூரியர் இதழ்கள்

வெனிஸுக்கு ஏற்பட்டுள்ள இடர் — ஜனவரி

வெனிஸை இன்னும் காப்பாற்ற முடியும் (அலிவிரியோனி), வெனிஸ் நகரத்து விந்தை ஆயிரமாம் (யுனெஸ்கோ ஆய்வு), கலைச் செல்வங்கள் நிறைந்த வெனிஸ் நகரம் (லூயி பிரடரிக்), கிழக்கையும் மேற்கையும் இணைத்த வெனிஸ் (மார்ஷெல் பிரையான்), உலகக் கலைக் கருவூலங்கள் (29).

நமது உலகை நாம் வாழத்தக்கதாக வைத்திருக்க முடியுமா? — பிப்ரவரி

(மைக்கேல் பாடிஸி), உயிரியல் மண்டலம் (ரேனே டூபோ), ஓர் உயிரியல் வல்லுநர் காணும் விலங்குலகம்-மக்களும் விலங்குகளும் (ஜீன்டார்ஸ்ட்), இயற்கைக்கெதிராக மனிதன் (ஃபிராங்க் ஃபிரேசர் டார்லிங்), நீர் மாசுபடுதலும் சட்டமும், யுனெஸ்கோவின் 1969-70ஆம் ஆண்டுக்கான திட்டம் கலைக் கருவூலங்கள் (30).

மத்திய ஆசியா, இமாலயப் பகுதிகளின் நாகரிகங்கள் — மார்ச்

குஷாணர்களின் உயர் நாகரிகம் (போபோஜன் கஃபுராவ்), இமயத்திலுள்ள கண்டுபிடிக்கப்படாத கலைக் கருவூலம் (மதன் ஜீத் சிங்), பிலிப்பைன் நாட்டின் உயிர்த்துடிப்புடைய கூட்டு நடனம், கொரோசானில் நில அதிர்வு ஏற்பட்டபொழுது (ரெக்ஸ் கீட்டிங்), கலைக் கருவூலங்கள் (31).

புதிய உணவுப் புரட்சி — ஏப்ரல்

(ஜெனே கிரிகோரி), இந்திய உணவுத் துறையில் தன்னிறைவு நோக்கிச் செல்கிறது, கடல் வாழ் மீன் இனத்தின் வளர்மனையை பாதுகாப்பது எப்படி? (வெஸ்லி மார்க்ஸ்), இயற்கையின் தோற்றங்கள் (ஆண்டிரியாஸ் ஃபெய்னிங்கர்), மூன்று நட்சத்திர-செயற்கை உணவு தயாரிப்பு முறை (அலெக்ஸாண்டர் நெஸ்மெயனோவ் வாஸிலி பெலிகோவ்), நிலவில் செய்தித் தொடர்பு (ஜார்ஜஸ் ஃபெலிசன்), கலைக் கருவூலங்கள் (32).

இளைஞர் 1969 — மே

இளைஞர் கிளர்ச்சி (யுனெஸ்கோ ஆய்வு), சினந்தெழும் தலைமுறை (மார்செல் ஹெக்டர்), வளரும் நாடுகளில், சமதர்ம நாடுகளில், மேல் நாடுகளில் இளைஞர்கள் (எஹ்சான் நராகி), கலைக் கருவூலங்கள் (33).

கலைகளும் மனிதனும் — ஜூன்

(டார்ஸி ஹேமன்), கலைத் தொழில்கள் (கமலாதேவி சட்டோபாத்யாயா), ஆப்பிரிக்கக் கப்பிகளில் கலை (ஃபிரான்ஸீன், நேதியே) கலைப்பொருள்களாகும் கலங்கள் (பாப்ரிட்ஸ்கி, ஸ்பெஸியாவ்), வளைவுகளின் ஒழுங்கு நயம், பிரேஸிலில் மக்கள் உளங்கவர்ந்த உருவங்கள், கலைக் கருவூலங்கள் (34).

நகரும் பனிப் பாளங்கள் — ஜூலை

(கிரி கோரி), கடல்களினுள்ளே புதிய உலகம் (டேனியல் பெஹ்ர்மான்), அலாஸ்கா நில நடுக்கம், கீழ்-மேனாட்டிசை (டிரான் வான் கே), கலைக் கருவூலங்கள் (35).

150 கோடி தொழிலாளருக்கு — ஆகஸ்ட்

ஐ.எல்.ஓவின் 50ஆம் ஆண்டு நிறைவு (ஜி. எப். பாம்பே), உலக வேலை வாய்ப்புத் திட்டம் (டி. ஏ. மோர்ஸ்), பங்கேற்றல், தொழில் உறவுகளில் தொழிலாளர்-பணி முதல்வர் பங்கு (ஜீன் தெ ஜிவ்ரி), வேலை செய்யும் பெண்கள் (பி. சார்ட்டின்), தொழிலாளர் நாடு பெயர்ந்து செல்லுதல் (பி. குயின்), வேலையின்மையா நாடுகடத்தலா (சாமுவேல் பார்மர்), கலைக் கருவூலங்கள் (36).

21 ஆண்டுத் தொகுப்பு இதழ் — செப்டம்பர்-அக்டோபர்

யுனெஸ்கோ கூரியரில் கடந்த 21 ஆண்டுகளாக வெளியிடப்பட்ட தலை சிறந்த கட்டுரைகள், படங்கள், (நான்கு பக்க சிறப்பு வண்ணப் படங்கள் உட்பட) பலவற்றைத் தொகுத்துச் சிறப்பு இதழாக வெளிவந்துள்ளது.

காந்தியடிகள் — நவம்பர்

காந்தியடிகள் (ராஜா ராவ்), ஓர் அரிய வாழ்க்கையின் முக்கிய நிகழ்ச்சிகள் (ஆலிவர் லக்கோம்ப்), அகிம்சையின் மரபு (ரெனே ஹபாஹி), பாபுவின் வழி (ஹுமாயூன் கபீர்), கார்ல் ஜாஸ்பெர்ஸின் கட்டுரை, மாணவர்களையும் அரசியலையும் பற்றி காந்தியடிகளின் கருத்துக்கள் (மால்கம் எஸ். ஆதிசேஷையா) முதலிய கட்டுரைகள் அடங்கியது

மங்கோலியா — டிசம்பர்

அனைத்துலகச் சிந்தனையாளர் எராஸ்மஸ் (ஜான் கிளாட் மார்கோலின்), மங்கோலியா (கான்ராட் ஃபார்நிட்ஸ், லெவ்கோஸ்டிகாவ்), பெண்களை விட ஆண்கள் விரைவில் இறக்கின்றனர். கட்டுரை, சோகா மிஷ் நகர் ஆராய்ச்சி, சோவியத் சமுதாய ஆய்வாளரின் கட்டுரை ஆகியவை அடங்கியது.

ஆண்டுச் சந்தா ரூ. 10-50; கல்வி நிலையங்களுக்கு ரூ. 9-50
தனிப் பிரதி ரூ. 1-00. வேண்டுவோர்க்கு முந்தைய இதழ்களும் கிடைக்கும்.

தொடர்பு கொள்க:
'யுனெஸ்கோ கூரியர்'
458, பூந்தமல்லி நெடுஞ்சாலை,
சேப்பாக்கம், சென்னை-10

(முன் பக்கத் தொடர்ச்சி)

திற்கு ஏற்றாற்போல உள்ள அவைகள் காணப்படுகின்றன. சில ஆயிரம் மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தூரத்தில் க்வாசார்கள் அதிகமாக இருப்பது போல நமக்குத் தோன்றினால், அதற்கு காரணம் அந்தக் காலத்தில் அவை அடிக்கடி தோன்றின. இந்த எல்லைக்கு அப்பால் தொலைநோக்கிகள் மூலம் கூட க்வாசார்கள் கண்ணுக்குப் புலப்படுவதில்லை. இதற்கு காரணம் முதல் க்வாசார்களுக்கும் முந்திய சகாப்தத்திற்குள் நாம் நுழைவதே யாகும்.

கோள் மண்டலங்களின் நியூக்ளியைகள், தாங்களே எரிந்து விரைவில் வயதாகி விடுவதற்குக் க்வாசார்களை ஒப்பிடுவோமேயானால், அவைகள் திடீரென சுடர்விட்டெரிய ஆரம்பித்த தேதிக்கும் கோள் மண்டலங்கள் தோன்றிய காலத்திற்கும் தொடர்பு இருக்கவேண்டும். க்வாசார்கள் பால் மண்டலங்கள் தோன்றிய காலத்திலேயோ, அல்லது சிறிய இடைவெளிக்குப் பிறகோ தோன்றி இருக்க வேண்டும். முதல் வெடிக்குப் பிறகு அண்டம் மிகுந்த குளிர்ச்சியடைந்து நெருக்கடியான நிலையில் இருந்த காலத்தை இது குறிக்கிறது. ஏராளமான ப்ரோட்டோ—மண்டலங்களை ஒன்றுதிரட்டி சுருங்கும் தன்மையுடைய போதுமான அளவுக்கு வெப்ப கொந்தளிப்பு குறைந்து விடுகிறது.

இந்தக் குறிப்புகளிலிருந்து க்வாசார்கள் திடீரென சுடர் விட்டெரிய ஆரம்பித்ததின் முடிவை 9 ஆயிர மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் அடைந்திருக்க வேண்டும் என்று தெரிகிறது. இந்த காலத்திற்கு முன்னர் அநேக க்வாசார்கள் இருந்திருக்க முடியாது.

அண்ட வளர்ச்சியின் அமைதியான காலத்திலும் பொருள்கள் நட்சத்திரங்களாகவும் மண்டலங்களாகவும் சேகரிக்கப்பட்டுவிட்ட காலத்திலும் நாம் வாழ்ந்து கொண்டிருக்கிறோம். ஆனால் பொருள்கள் சேகரிப்பைக் காட்டிலும் வெப்பத்தின் மாறுதல்கள் அதிகமாக இருந்த அண்டத்தின் வாழ்நாளின் ஆரம்ப காலத்திற்கே சென்று நமது ரேடியோ—தொலை நோக்கிகளைக் கொண்டு ஆராய்ச்சி செய்ய முடியும். நட்சத்திரங்களே இல்லாத பொருள்களெல்லாம் உருவற்ற நிலையில் இருந்த அண்டத்தின் விடிவு காலத்தையே எட்டிப் பிடிக்கும் நிலையில் நாம் இருக்கிறோம்.

இந்த ஆராய்ச்சிகளின் ஆரம்ப பலன்கள் இன்னும் சரி நுட்பமானவையாக இல்லை. கொடுக்கப்பட்டுள்ள நேரம், தூரம் ஆகியவற்றைச் சரி பார்க்க வேண்டும். இப்பொழுது திட்டமிடப்பட்டு நிர்மாணிக்கப்பட்டு வரும் மிகப்பெரிய தொலை நோக்கிகளினால்தான் மேற்சொன்ன பணியை மேற்கொள்ள முடியும். இவைகள் வழங்கப்போகும் தகவல்கள் வானிலை ஆராய்ச்சியாளர்கள் அண்டத்தின் வரலாற்றைத் திருத்தி அமைக்க வழி செய்யும்.

முதல் ரேடியோ-தொலைநோக்கி 25 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரும், கண்ணால் பார்க்கும் முதல் தொலை நோக்கி 3 நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னரும் தான் செய்யப்பட்டன. பூமியில், உயிரினம் ஓராயிர மில்லியன் ஆண்டுகளாகவும் மனித இனம் ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளாகவும் இருந்து வந்திருக்கின்றனர். சூரியன், பூமி மற்ற கோளினங்களோ ஆறு அல்லது ஏழு ஆயிர மில்லியன் ஆண்டுகளாக இருந்து வருகின்றன. நாம் ஒரு பகுதியாக இருக்கும் மண்டலமோ எட்டு அல்லது 9 ஆயிர மில்லியன் ஆண்டு கால வயதுடையதாகும். இன்றும் நாம் காணக்கூடிய அண்டத்தின் வளர்ச்சி 10 அல்லது 12 ஆயிர மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் தொடங்கி இருக்கலாம். ஆனால் கடந்த காலத்தில் இன்னும் அதிகமாக பின்னோக்கிப் பார்த்தோமேயானால். அண்டத்தின் முந்தைய வரலாற்றை நிர்ணயிக்கக் கூடிய நிகழ்ச்சிகள் தெளிவானவைகளாக இருப்பதில்லை.

மேலும் மனிதன் பூமி ஆகியவற்றின் கடந்த காலத்தைப் பற்றிய விசாரணைகளை விஞ்ஞானிகள் அண்மையில் தான் ஆரம்பித்தனர். காலம் விண்வெளியின் தூரம் ஆகியவற்றினூடே வெறும் யூகங்களை மட்டும் அலைய விடாமல் இருக்க, இப்பொழுது விஞ்ஞானிகளுக்கு க்வாசார்கள் வழி காட்டியாக அமைந்துள்ளன. க்வாசார்கள் கலங்கரை விளக்கங்கள் போலவும், குன்றின் மேலிட்ட தீபம் போலவும் திகழ்வதால், அவைகளிலிருந்து கிடைக்கும் ஒளியும் ரேடியோ குறிப்புகளும் நம்மை நோக்கி ஆயிர மில்லியன் ஆண்டுகள் கணக்கில் பயணம் செய்ய வல்லனவாக இருக்கின்றன.

தமிழில்: டாக்டர் விசாலாட்சி நெடுஞ்செழியன்

REGD. NO. M. 8276

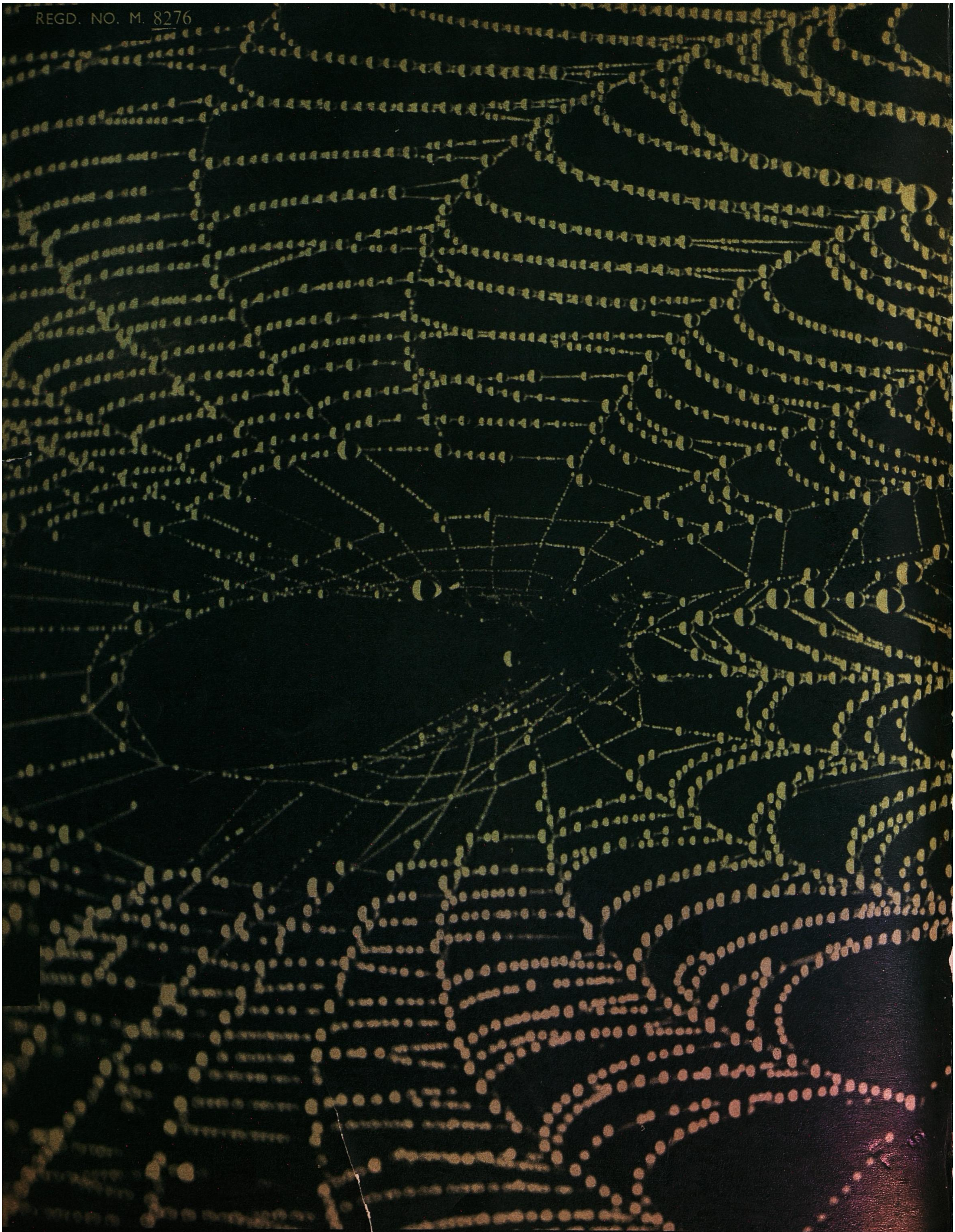


Photo (c) A. Maregotto

முத்துக் கூடு

பண்டைய நாள் முதல் மனிதன் சிலந்திக் கூட்டின் வடிவியல் நுட்பத்தை வியந்து பாராட்டி வந்துள்ளான். 35ஆம் பக்கத்தில், அமைப்புப் பொறியாளர் தமது தோட்டத்தில் ஒரு சிலந்தி கட்டிய கூட்டின் அரிய கட்டட அமைப்பைப் படிப்படியாக வியந்து விளக்குகிறார்.